

Plantevekst og engdyrking

HUS107 Fôrmidler. Dyrking og konservering

Reidar A. Moen
Geir Fisknes

Høgskolen i Nord-Trøndelag
Kompendium

Steinkjer 2005



Plantevekst og engdyrking

HUS107 Fôrmidler. Dyrking og konservering

Reidar A. Moen
Geir Fisknes



Høgskolen i Nord-Trøndelag
Kompendium
Avdeling for samfunn, næring og natur
ISBN 82-7456-422-7
Steinkjer 2005

FORORD

Mye av dette kompendiet er blitt utarbeidd som forelesninger og anna undervisningsmateriell innafor faget HUS105 Fôrdyrking (5 studiepoeng) i løpet av 2004 og vårsemesteret 2005. Dette faget har fram til nå inngått som en del av Bachelorgradsstudiet i husdyrfag ved HiNT. Det er Reidar A. Moen som har hatt ansvaret for undervisninga og som har stått for utviklinga av denne delen av kompendiet.

Fra høsten 2005 blir det en omlegging på denne undervisninga. Det tilbys et nytt fag på 10 studiepoeng, HUS107 Fôrmidler. Dyrking og konservering. Dette faget skal gjennomføres som et samarbeid mellom HiNT og Mære landbruksskole. Undervisninga vil bli tilrettelagt både med tanke på studenter fra HiNT og deltakere som rekrutteres til landbruksskolens tilbud om etterutdanning av bønder. Den andre forfatteren av kompendiet, Geir Fisknes, Mære landbruksskole, skal ha deler av undervisninga i det nye faget.

I kompendiet er det prøvd å samle stoff om grunnleggende emner på dette fagfeltet. Det er ikke lett å finne lærebøker som er tilpassa det behovet en har i et slikt fag. Studentene og andre som deltar i faget har veldig ulik bakgrunn. Hensikten med kompendiet er å gi alle et minimum av grunnlag for å forstå hvordan planter og særlig gras vokser og hva som gjør at de trives og produserer slik vi ønsker og har behov for i moderne fôrdyrking.

Faget utgjør bare en beskjeden del av HUS107. Storparten av faget vil dekkas av lærebøker, fagartikler, ulike nettsted, ulike brosjyrer osv. Kompendiet er derfor bare en startpakke før en kan komme i gang med de anvendte emnene om fôrdyrking og konservering.

Reidar A. Moen

SNN, HiNT
Serviceboks 2501
7729 Steinkjer

Geir Fisknes

Mære landbruksskole
7710 Sparbu

INNHold

1. Grunnleggende begrep.....	6
1.1 Økosystem.....	6
1.2 Plantecella.....	8
1.3 Fotosyntese (assimilasjon)	9
1.4 Respirasjon (ånding)	10
1.5 Vatn.....	15
1.6 Mineralstoff (aske)	15
1.7 Til ettertanke.....	18
2. Formering.....	20
2.1 Formering med frø. Generativ formering.....	20
2.2 Vegetativ formering.....	20
3. Frøet.....	22
4. Spiring.....	23
4.1 Etablering av et vekstpunkt i jordoverflata.....	23
4.2 Egenskaper ved frøet som påvirker spiringa.....	24
4.3 Ytre forhold som har betydning for spiringa.....	25
5. Underjordiske deler av planta.....	27
5.1 Frørøtter og kronrøtter.....	27
5.2 Stengelutløpere (rhizomer og stoloner).....	28
5.3 Mykorrhizza.....	30
6. Faktorer som virker inn på vekst og funksjon hos røtter.	31
6.1 Lys og temperatur.....	31
6.2 Jordfysiske forhold.....	31
6.3 Jordkjemiske forhold.....	33
6.4 Høsting.....	34
6.5 Konkurransen.....	34
7. Bladet og veksten hos blad.	35
7.1 Bladet.....	35
7.2 Faktorer som virker inn på framveksten av blad.....	37
7.3 Faktorer som virker inn på størrelsen av blada.....	37
7.4 Levealderen til blada.....	37
8. Stengler og vekst hos stengler.....	38
8.1 Bladgras og strågras.....	38

8.2	Faktorer som virker inn på veksten av det enkelte strå.....	39
8.3	Faktorer som virker inn på dannelse av sideskudd (busking).....	40
9.	Karbohydrat (KH) hos gras.....	43
9.1	Strukturelle karbohydrat.....	43
9.2	Reservekarbohydrat.....	44
10.	Eng, grønnfôr og rotvekster. Begrepsavklaring.....	47
10.1	Eng og beite.....	47
10.2	Gjenlegg og engår.....	48
10.3	Grønnfôrvekster.....	48
10.4	Rotvekster.....	48
10.5	Vekstskifte og omløp.....	49
11.	Gras og engbelgvekster i eng.....	49
12.	Frøblandinger.....	50
13.	Fornyning av eng. Gjenlegg.....	51
13.1	Hvorfor må vi så gjenlegg?.....	51
13.2	Såmengder.....	52
13.3	Årstid for såing av gjenlegg.....	53
13.4	Valg av gjenleggstype.....	53
13.5	Såing av gjenlegget.....	54
13.6	Hva koster gjenlegget?.....	55
14.	Overvintringsskader.....	56
14.1	Årsaker til overvintringsskader.....	56
14.2	Tiltak mot overvintringsskader.....	57
15.	Litteratur.....	60

Vedlegg.

Optrykk fra boka Jordlære av Svein Skøien (2000), med velvilling tillatelse fra GAN forlag.

Ionebytte i jord. Kapittel 6 fra Jordlære
 Forsuring. Kapittel 7 fra Jordlære
 Kalking. Kapittel 8 fra Jordlære

1. GRUNNLEGGENDE BEGREP

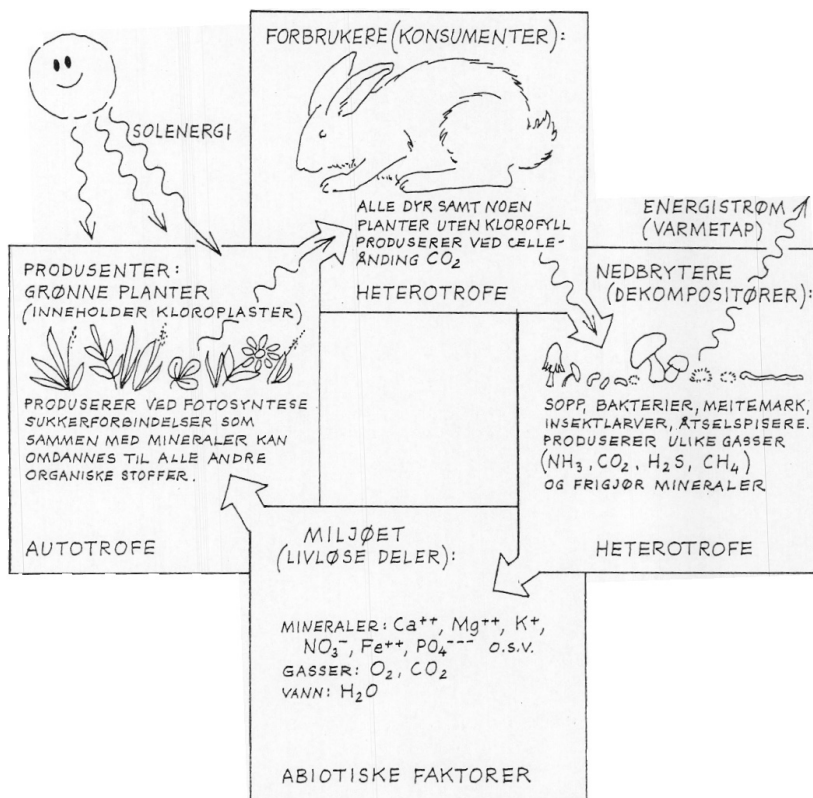
1.1 ØKOSYSTEM.

Stikkordet økosystem kan få oss til å tenke på den urørte naturen, villmarka og urskogen. Men ei eng eller en åker er også et økosystem. Vi føyer gjerne til forstavelsen agro og snakker om agroøkosystem når vi er på innmarka.

Det er veldig greitt å ha økologien som overbygg over et fag som dreier seg om å dyrke fôr. Sjøl om vi regulerer vekstfaktorene med gjødsling, kalking, grøfting, såing av nye frø osv er vi like fullt prisgitt naturens egen evne til vekst dersom vi skal kunne høste ei avling av god kvalitet. Derfor må alt vi foretar oss være slik at vi ikke motarbeider naturen. Da blir alt feil.

David Ricardo (1782 – 1823) omtalte vekstevnen i jorda som ”The Indestructable Power of the Soil”. Han mente det var umulig å ødelegge vekstevna i jorda. I vår tid er vi i stand til å forgifte eller på anna måte ødelegge jorda som matprodusent. Vi må alltid ta hensyn til de naturlige forholda i jorda når vi skal bruke de moderne kjemiske og tekniske hjelpemidlene.

Vi skal bruke figur 1.1 til å hjelpe oss med noen av de sentrale begrepa i økologien.



Figur 1.1 Skisse som viser hvordan levende organismer og abiotiske faktorer er knytta sammen i et geografisk avgrensa område, et økosystem. De krølla pilene viser energi-strømmen. Grunnstoffene følger med produsentene, konsumentene og nedbryterne i denne rundgangen. Kilde: Bjerketvedt & Pedersen (1996). Obs: celleånding = cellerespirasjon.

Vi skal se litt mer på de sentrale uttrykka produsenter, konsumenter, nedbrytere og miljøet som forekommer i figur 1.1.

Produsentene. Det er bare de grønne plantene som egentlig produserer noe som helst. I økologisk forstand er kua konsument, sjøl om vi sier at storfe produserer melk og kjøtt. Vi kan faktisk si at de grønne plantene er de eneste virkelige verdiskaperne på vår klode. Alt annet liv er avhengig av de produktene plantene leverer. Gjennom fotosyntesen omformes energien i sollys til organiske stoffer som alle konsumentene og nedbryterne er avhengig av. Vi sier at plantene er autotrofe eller sjølforsynt.

Konsumentene. Alle dyr og mennesker er konsumenter. Vi kan bare eksistere dersom vi har planter som produserer det vi kan leve av. Noen konsumenter spiser bare planter. De kaller vi *herbivore*. Vi kunne godt kalle dem vegetarianere, plantespisere eller primærkonsumenter. Andre er kjøtteterer (*carnivore*) eller sekundærkonsumenter. Ei tredje gruppe spiser litt av hvert, og de kaller vi *omnivore*.

Nedbryterne. Før eller seinere vil dyr og planter dø. Da overtar nedbryterne. De kalles ofte *dekompositørene*. Alt organisk stoff må til syvende og sist brytes ned til de stoffene de er bygd opp av, slik at disse kan brukes på nytt i næringskjeden. Det er mikroorganismene som sørger for nedbrytingen. Blant mikroorganismene spiller sopper og bakterier en hovedrolle. Når nedbrytingen er ferdig ender de organiske stoffene opp som enkle gasser (NH_3 , CO_2 , H_2S , CH_4) og mineralstoffer (K, P, Ca osv) i ioneform (K^+ , H_2PO_4^- , Ca^{++} osv).

Miljøet. Alle levende organismer er avhengig av omgivelsene, det økologiske miljøet. Vi må dele miljøfaktorene i to grupper, de biotiske og de abiotiske.

Abiotiske faktorer. Dette er faktorer som skyldes fysiske eller kjemiske egenskaper i miljøet, særlig knyttet til jord, vatn, luft, berggrunn. Vi nevner de viktigste:

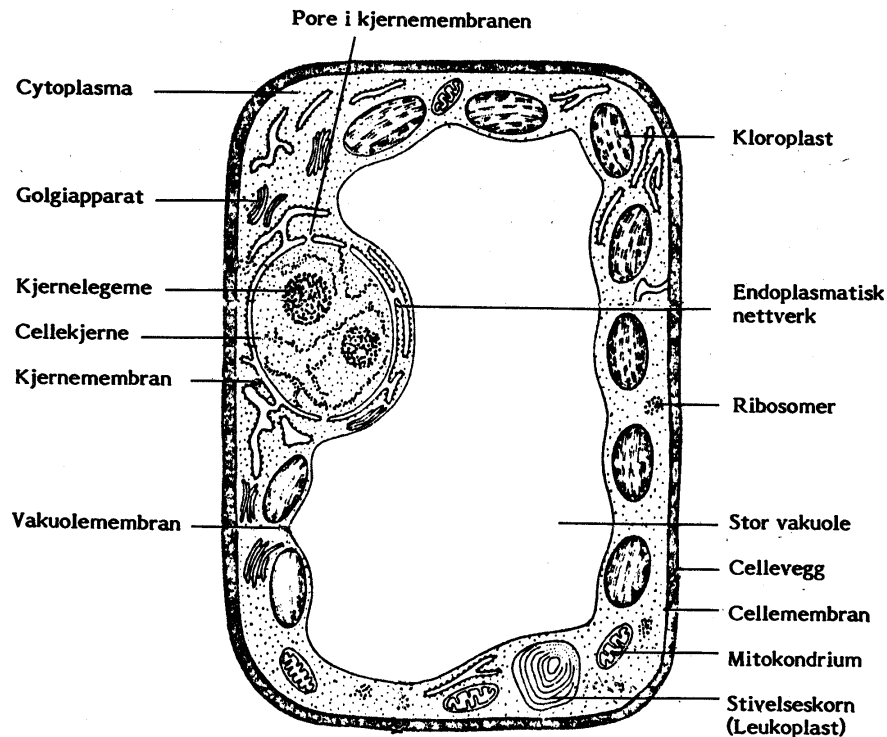
- Klimatiske faktorer omfatter nedbør (vatntilgang), fordamping, tilgang på sollys, daglengde, årstider, temperatur, frost, vindforhold, lengde på vekstsesongen og forurensing.
- Forhold med jorda og jordbunnen er for eksempel tykkelsen på lausmassene (jorda), fuktigheten i jorda, tilgang på luft i jorda, moldinnholdet, størrelsen på jordpartiklene (leire, silt, sand), pH i jorda, tilgang på mineralstoffer (ioner) i jorda, temperaturen i jorda.
- Topografien har å gjøre med formen på landskapet, helling (flatt, kupert, bratt), eksposisjon (altså om det heller mot sør, nord, øst eller vest), høyde over havet.

Biotiske faktorer. De levende organismene påvirker hverandre, på godt og vondt. Det betyr mye hvem vi er sammen med. Vi kan nevne følgende momenter:

- Konkurransen om mat, vatn, plass, lys, næringsstoffer
- Beiting, tråkk
- Parasitter som forårsaker sykdom
- Symbiose eller samliv mellom to eller flere organismer med gjensidig fordel.

1.2 PLANTECELLA.

Cellene hos dyr og planter har mye til felles. De er eukaryote, dvs de har cellekjerne der arvestoffet finnes. Cellekjernen er omgitt av en membran. Videre har cellene ribosomer, som sørger for produksjon av alle de proteinene og enzymene som cella skal lage. Både dyreceller og planteceller har også et endoplasmatisk nettverk, et golgiapparat og mitokondrier. Alle disse organellene har viktige oppgave, og du kan lære mer om det i cellebiologien.



Figur 1.2. Skisse av ei grønn plantecelle, laget etter et elektronmikroskopisk fotografi. Kilde: Bjerketvedt & Pedersen (1996). Obs: cellemembran = plasmamembran.

Det er tre forhold som gjør at planteceller skiller seg vesentlig fra dyreceller (se figur 1.2):

- Kloroplastene. Her finner vi det grønne fargestoffet *klorofyll*. Det er dette stoffet som setter plantecella i stand til å utføre fotosyntese når det er sollys. Det kan være opp til 100 kloroplaster i ei enkelt celle.

Det er ikke kloroplaster i rota. Kloroplastene finnes normalt bare i de cellene som har tilgang på lys. Det ville være bortkasta ressurser for planta å lage kloroplaster i rotcellene. Det store antallet kloroplaster finner vi i bladene, men vi finner dem også i stengeldeler og blomsterorganer.

- Vakuolen. Den store væskefylte vakuolen dannes etter hvert som cella strekker seg til voksen størrelse. Med det samme ei ny celle er dannet etter ei celledeling, er cella ganske lita. Når den begynner å vokse strekker den seg og volumet utvides voldsomt. De mange små vakuolene som finnes i den unge cella smelter

sammen til en stor, som fylles med vatn. Vakuolen er omgitt av en semipermeabel (halvt gjennomtrengelig) vakuolemembran. I ei voksen plantecelle utgjør vakuolen 80 – 90 % av cellevolumet.

Vakuolen er med på å opprettholde *riktig osmotisk trykk* i cella. Videre tjener den som *søppelkasse* fordi den kan ta ansvaret for avfallsstoffene. Den fungerer også som *lagringsplass* for fettdråper og proteiner. Foruten klorofyll finnes det i cella også *andre fargestoffer* (xantofyll, anthocyan, karotenoider, osv) og disse lagres i vakuolen. Det er disse fargestoffene som gir frukt, blomster, strå, røtter osv ulik farge. De mest markerte ser du kanskje hos rødbeter, i rødkål, i blomstrenes kronblad og hos blader fra lauvtre om høsten.

- Celleveggen. Både dyreceller og planteceller har en plasmamembran (cellemembran). Utenpå membranen har plantecellene en tydelig cellevegg. Celleveggen består hovedsakelig av cellulose, som kan betraktes som en lite aktiv, nærmest død komponent. I første omgang kan vi tro at denne veggen må være en ulempe for plantecella. Den er riktig nok permeabel for vatn, men impermeabel for ioner, glukose, aminosyrer. Disse kommer seg likevel fram gjennom små porer hist og her i veggen. Men hvilken nytte har plantene av denne solide sperra mot omverden? Det er snakk om flere oppgaver:

Celleveggen gir planten *stivhet*, holder den opprett. Hos dyr er det skjelettet som holder organismen oppe. Planter mangler skjelett, og må derfor ha et anna støtteapparat. Sjøl om celleveggen er stiv har den likevel betydelig elastisitet og kan utvide seg eller trekke seg sammen innafor visse grenser.

Veggen er *hygrokopisk* (vatntiltrekkende). Dersom ei cella har mista mye vatn vil celleveggen virke som et trekkpapi og suge til seg vatn fra omgivelsene.

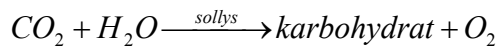
Veggen samarbeider med vakuolen om å regulere trykket i cella. Når cella får nok vatn vil vakuolen svulme og presse cytoplasmaet ut mot celleveggen. Vi sier at cella er saftspent. Fordi veggen er stiv vil den hindre at cella sprekker som følge av saftspenningen. Når vatnet brukes opp gjennom fotosyntese og transpirasjon vil vakuole og cytoplasma begynne å krympe. Mister cella veldig mye vatn går cella i retning av *plasmolyse* (plasma-membranen løsner fra celleveggen). Nå begynner innholdet å kollapse, og celleveggen buler innover. Planta har et stort behov for vatn, planta opplever tørke. Veggen vil i det lengste makte å opprettholde cella inntakt, men må gi tapt etter vedvarende underskudd på vatn.

I unge planter utgjør celleveggen en liten del av plantevevet. Når vi snakker om gras, der strå er en viktig del, vil celleveggene utgjøre en større og større del av den totale vevsmassen etter hvert som planta vokser. Det er lett å godta at det stive, faste vevet i celleveggen er tynge å fordøye enn innholdet i cella, cytoplasmaet. Derfor er mengdeforholdet mellom cellevegger og celleinnhold viktig for å forstå hvordan kvaliteten på graset endrer seg når vi endrer høstetida på graset.

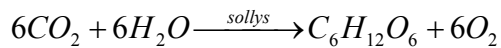
For poteter og rotvekster slipper vi bekymre oss for dette. Her holdes planta oppe på andre måter, og alderen på planta har ingen betydning for fôrverdien av den avlinga vi høster. 1000 kg kålrot høsta i oktober har samme fôrverdi som 1000 kg høsta i august.

1.3 FOTOSYNTESE (ASSIMILASJON).

Denne reaksjonen er den mest fundamentale av alt som foregår på kloden. Den foregår i kloroplastene, og drivkraften er sollyset. Sterkt forenkla kan vi skrive den slik:



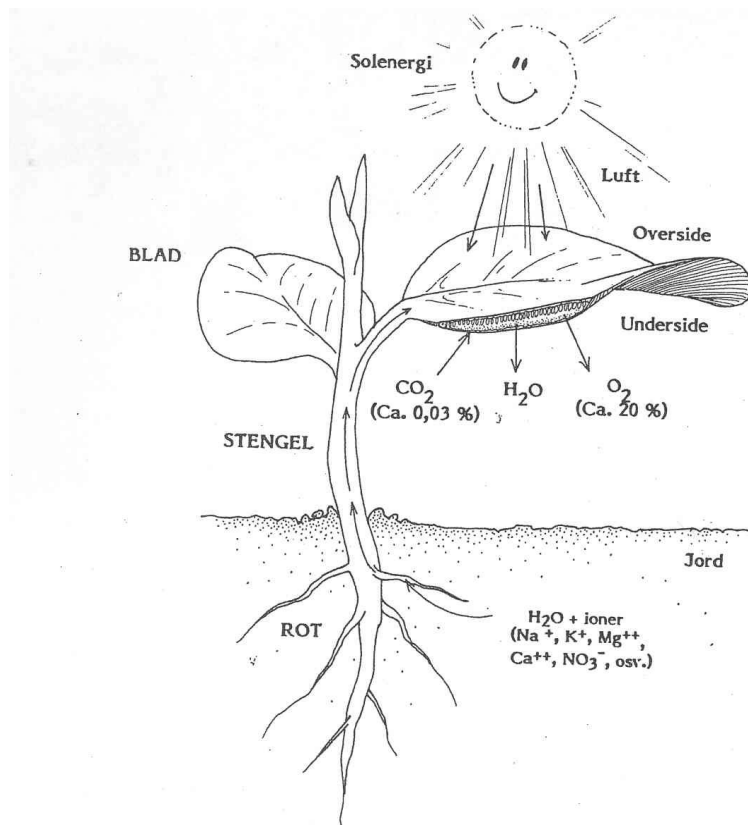
Vi tenker oss som regel at det karbohydratet (KH) som dannes er druesukker ($C_6H_{12}O_6$), og da kan vi skrive uttrykket slik:



Vi kan betrakte denne syntesen fra i hvert fall to perspektiv:

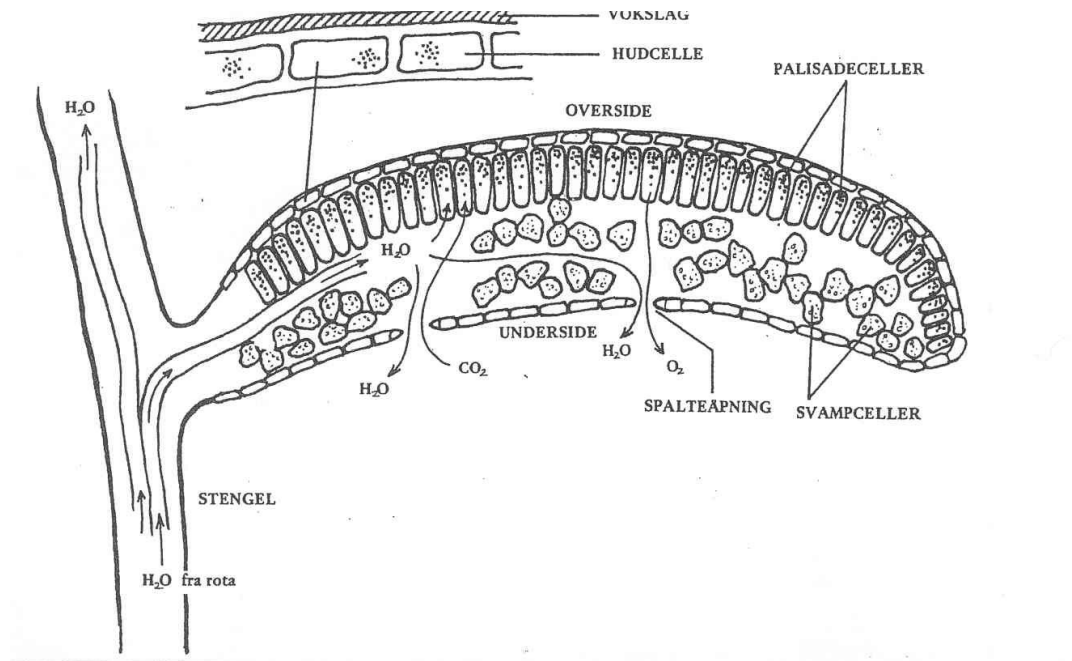
- I fotosyntesen omdannes lysenergi til kjemisk energi i form av KH
- I fotosyntesen omdannes CO_2 til organisk stoff, i form av KH. Ordet assimilasjon (lat. *assimilare*, sammensmelte, gjøre lik) brukes for å minne om at karbon knyttes til det øvrige innholdet i cella.

Figur 1.3 er ei skjematisk tegning som viser hvordan den grønne planta fungerer.



Figur 1.3. Skjematisk tegning av hvordan ei grønne plante fungerer når fotosyntesen er i gang. Kilde: Bjerketvedt & Pedersen (1996).

Figurene 1.3 og 1.4 viser hvordan spalteåpningene på bladet slipper CO_2 inn og O_2 ut når kloroplastene jobber med fotosyntese. På de fleste bladtypene finner vi spalteåpningene på undersida av bladet, men hos noen er det åpninger på oversida og hos noen på begge sider. Vatnet tas opp av rota og transporteres opp til bladverket gjennom ledningsnett. Noe vatn kan bli tatt opp gjennom bladverket.



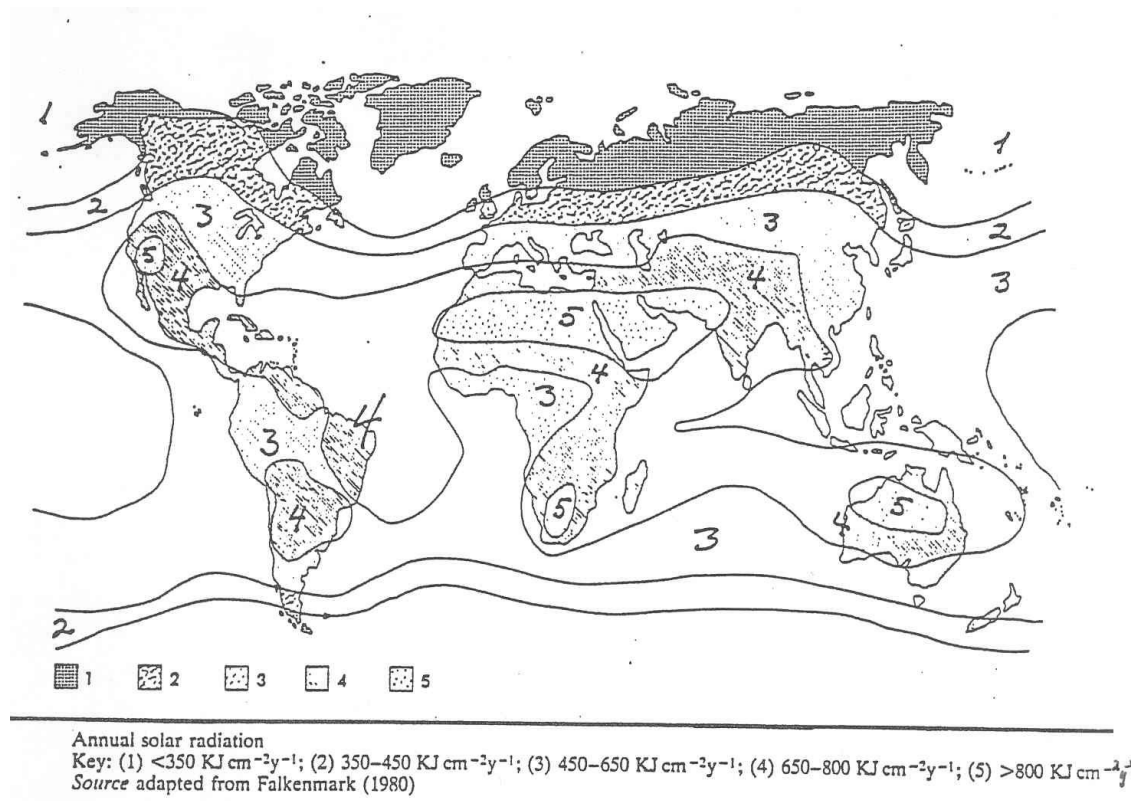
Figur 1.4. Tverrsnitt gjennom et blad som viser hvordan det er konstruert for å utføre fotosyntese, gassutveksling og begrense tapet av vatn. Kilde: Bjerketvedt & Pedersen (1996).

Av all den solenergien som treffer kloden vil mye reflekteres og mye brukes til oppvarming, fordamping av vatn (evaporasjon) osv. En liten andel kommer fram til plantene på bakken, og av dette er det igjen bare en liten del som kan omdannes til kjemisk energi i karbohydrat. Noen forskere anslår at 0,7 til 3 % fanges inn, andre antyder 2 til 4 %. Tallet er i alle fall lite.

Det kommer ikke like mye energi ned til bakken over alt. Figur 1.5 viser at på våre breddegrader kommer det mindre enn 350 KJ per cm^2 per år, mens det i sonene rundt ekvator kommer mer enn 800 KJ per cm^2 per år. Dette betyr at potensialet for produksjon av biomasse (eller organisk stoff) er svært ulikt på kloden. Men for å vurdere det totale potensialet må vi også ta hensyn til de andre vekstfaktorene (vatn, næring, pH, jord osv).

Den formelen vi har brukt for fotosyntesen ovenfor er helt summarisk. Den viser bare at sluttproduktet er karbohydrat. I realiteten må cella gjøre denne operasjonen i flere trinn. Planter som er tilpassa klimaet på våre breddegrader forbereder seg med å først lage et molekyl med 5 C-atomer. Så starter sjøle syntesen med at et C-atom fra CO_2 kobles til dette slik at det blir 6 C-atomer. Umiddelbart kappes dette i to deler, hver med 3 C-atomer. Slike planter omtales som C3-planter. Deretter bygges det druesukker eller andre monosakkarider og videre opp til alle andre karbohydrat.

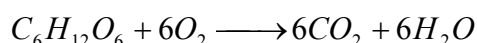
Planter som er tilpassa varme strøk ser ut til å ha valgt en annen taktikk. Det første stoffet som dukker opp når CO_2 tas inn i cella inneholder 4 C-atomer. Derfor kalles disse plantene C4-planter. Det viser seg at når vekstforholda er gode, altså der det er mye varme, er dette mer effektivt. Hvis klimaet er optimalt, kan C4-plantene binde to til tre ganger så mye CO_2 som C3-plantene. Men i tempererte områder har de ingen fordel. Typiske C4-planter er sukkerrør, hirse, sorgum og mais. Enkelte varianter av mais er likevel tilpassa noe lågere temperatur og kan fungere bra helt ned mot 10 grader men med et optimum rundt 20 – 30 grader. Men de er fortsatt C4-planter.



Figur 1.5: Årlig innstråling av solenergi som når bakken. Kilde: Pierce (1990).

1.4 RESPIRASJON (ÅNDING).

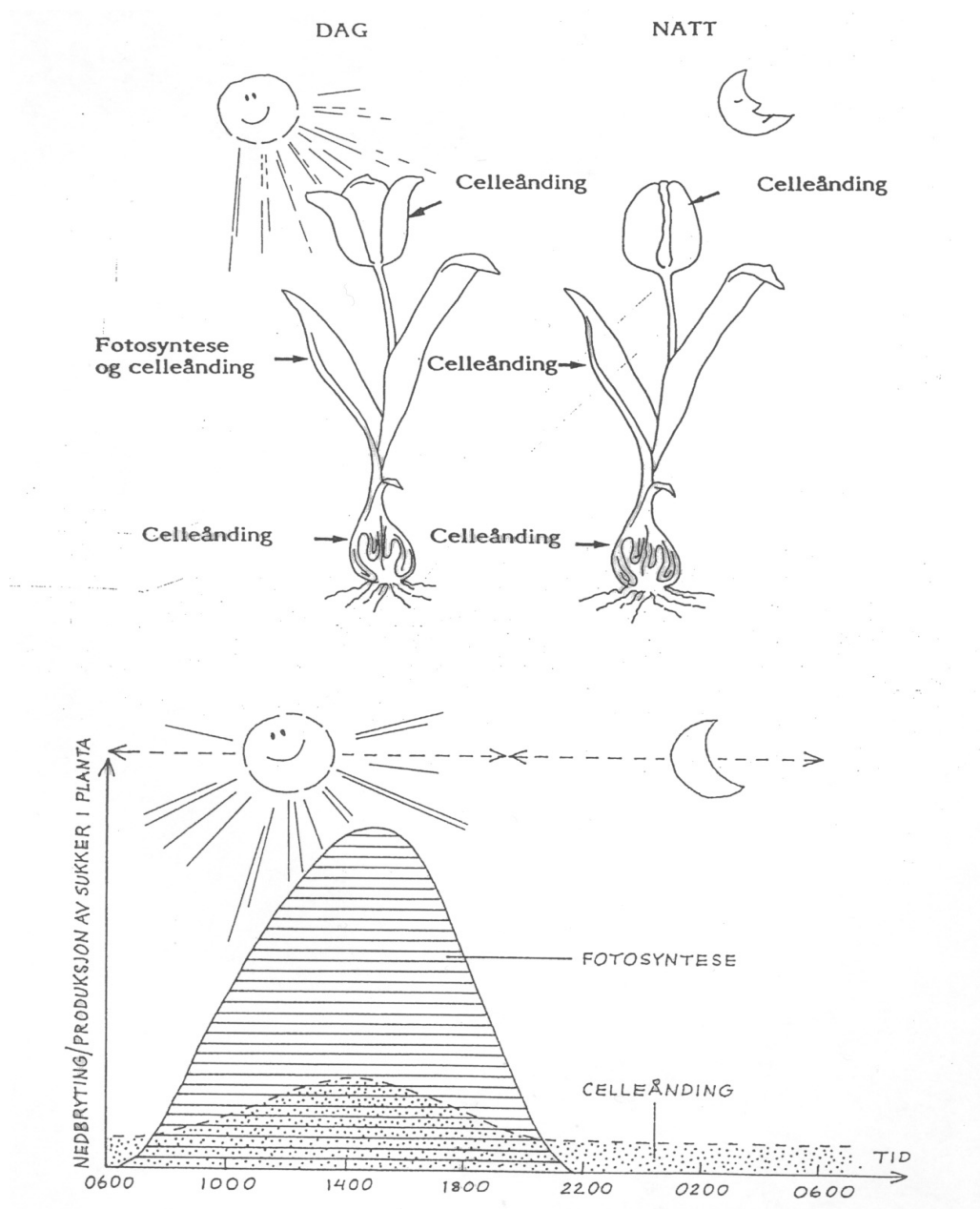
Levende celler, både de som er grønne og de som ikke er grønne, må bruke energi (karbohydrat, ”mat”) for å leve. Den kjemiske reaksjonen er fotosyntesens revers, altså



Cella må altså ta opp oksygen (puste) og bruke eller forbrenne noe av sitt sukker. Dermed frigjøres energi til livsprosessene, og cella kan fungere. Det bygges proteiner og enzymer, stoffer transporteres rundt i planten, saftspenningen holdes oppe osv.

Noen celler kan holde seg levende med et minimum av ånding. Midt på vinteren forgår det praktisk talt ingen ting for eksempel i cellene i ei furu. Cellene er ikke døde, men åndingen er brakt til et minimum. Hos en bjørn i hi går cellene på sparebluss, men de holder kroppen i gang. Og i en dunk med flytende nitrogen kan sædceller lagres i årevis, kanskje i 100 år, uten at de dør. Her er livsprosessene stoppet helt, uten at cella dør.

Den totale mengden karbohydrat som de grønne plantene produserer kan vi kalle brutto-produksjonen. Men de må altså bruke noe sjøl. Hos de fleste plantene i landbruk og skogbruk går om lag 40 % av bruttoassimilasjonen med til slik ånding. I nederste delen av figur 6 er det vist en kurve for bruttoproduksjonen (fotosyntesen) og en kurve for åndingen. Nettoproduksjonen blir derfor differansen mellom de to.



Figur 1.6: Skisse som viser hvor fotosyntese og ånding foregår, og forholdet mellom fotosyntese og ånding gjennom et døgn. Kilde: Bjerketvedt & Pedersen (1996).

Hvis vi ser på det vi kan høste må vi også ta i betraktning at vi normalt bare høster deler av plantene. Høster vi gras står rota og litt av strået igjen. Høster vi korn går rota og ofte hele strået (halmen) og de visne bladene tilbake til jorda. Kanskje 30 til 50 % av planta er under bakken. Sjøl om vi høster ei gulrot eller ei kålrot vil mye av røttene være igjen i jorda. Det høstbare overskuddet av plantenes bruttoproduksjon er ofte i størrelsesorden 30 %.

Den biomassen vi ikke kan høste til mat eller fôr er snadder for mikrobenene i jorda. Dette kommer derfor jorda til gode på lengre sikt. Det er derfor ingen grunn til å beklage at noe av biomassen går tilbake til jorda. Jorda som økosystem ville lide hvis alt ble fjerna. Den døde biomassen er med på å opprettholde produktiviteten i jorda.

Fra det tidspunktet vi høster planta til fôr og mat kan vi se på ånding som svinn. Fra nå av er det *konsumentene* (dyr og mennesker) som skal leve av næringa i plantene, og vi ønsker derfor at planta bruker opp minst mulig av det som finnes av sukker. Plantecellene saftspente, og de fortsetter respirasjonen så lenge innholdet av vatn er over om lag 40 %. Så lenge det foregår respirasjon har vi et svinn. Næring i fôret går tapt. Respirasjonen fører også til at det produseres varme. Hvis temperaturen i biomassen stiger blir den veldig fort ødelagt også av varmen (varmgang).

Svinnet som følge av ånding (åndingstapet) ønsker vi å redusere så langt vi kan. Når vi høster fôr og mat må vi alltid ha dette i tankene:

- Når vi slår gras som skal tørkes til høy er det viktig å få rask tørking slik at innholdet av vatn kommer under 40 % og åndinga stopper. Skal høyet ferdigtørkes på bakken (ned til 15 % vatn), må vi ha god værmelding for flere dager. Slik høyber-ging er uvanlig i dag. Også ved tørking inne (høytørke på låven) må den første tørkinga foregå ute. Jo mer vatn vi får tørka vekk ute jo billigere blir slutt-tørkinga inne. Her i landet har det vært vanlig å tilrå å fortørke høyet ned til i hvert fall 40 til 50 % vatn. I Sveits og England anbefales 35 %, i Sverige 30 til 40 %. Men jo mindre vatn som er igjen desto billigere blir det å tørke vekk resten slik at vi kommer ned på 15 %.
- Når avlinga skal legges i silo eller presses til rundball må vi sørge for pakking og tetting slik at lufta stenges ute. Da stoppes respirasjonen av mangel på oksygen (luft). Dessuten brukes tilsetningsmidler for å senke pH og stimulere til vellykket gjæring, men tilsetningsmidlene bidrar også til at respirasjonen i plantecellene hemmes. Det er for øvrig en stor fordel med fortørking også når graset skal ensileres, men her er hensikten mest å redusere mengden av press-saft, å skape betingelser for en god gjæringsprosess samt å få vekk noe vatn slik at transportmengden reduseres.
- Når vi høster rotvekster og poteter skal alle cellene helst leve videre helt til rota eller knollen blir spist. Det viktigste da er å behandle rota eller knollen så varsomt at cellene ikke skades, at vi får med minst mulig jord, at knollen eller rota fort kan bli tørr på overflata og at det ikke blir hverken for fuktig eller for tørt i lagret. Men det aller viktigste er at temperaturen på lagret blir så låg at åndinga går ned til et minimum (rundt +2 til +4 °C). Samtidig må vi ikke komme under null, for røtter og knoller tåler ikke frost. Da blir de ødelagt nær sagt øyeblikkelig.

1.5 VATN.

Plantene bruker store mengder vatn. Av 100 vatnmolekyler som planta tar opp vil bare ett gå med til fotosyntesen. De 99 andre (eller 99 %) forsvinner ut gjennom spalteåpningene som vatndamp. Hva er forklaringa på denne "sløsinga"?

- Mineralstoffene som plantene får fra jorda er oppløst i vatn i ioneform. Det trengs vatn for å transportere stoffene opp i planta.
- Plantene må "svette" ut vatn for å holde bladspaltene åpne slik at CO_2 og O_2 kan diffundere ut og inn.
- Plantene må "svette" for å avkjøle cellene. På varme dager kan bladene lett bli overopphetet og da vil fotosyntesen gå i stå og bladene ødelegges. For å hindre dette må planta avkjøle seg. Dette skjer ved at vatn i væskeform inne i bladene varmes opp til gassform og forlater spalteåpningene som vatndamp. Planten kvitter seg med overflødig varme og unngår å bli overopphetet. Dette vatnforbruket er mye større på solrike dager enn når det er overskya. Plantene har derfor klart større forbruk av vatn på solrike, varme dager enn i overskya vær.

Men plantene kan ikke fordampe mer vatn enn det de klarer å ta opp. Oppstår det underskudd på vatn må plantene redusere fordampinga (transpirasjonen) ved å lukke spalteåpningene. Men dermed begrenses også inntaket av CO_2 , og fotosyntesen kan ikke lenger gå for fullt. Hvis underskuddet på vatn blir stort og varer over lengre tid begynner planta å visne. Da kommer ikke fotosyntesen i gang før planta har laga nye skudd fra rota, med nytt bladverk.

1.6 MINERALSTOFF.

Mineralstoffene (askestoffene) utgjør vanligvis 4 til 5 % av tørrstoffet i plantene. Det er 13 livsnødvendige grunnstoffer som må tas opp fra jorda, 6 er makronæringsstoffer (Ca, P, K, Mg, Na og S) og 7 er mikronæringsstoffer (Fe, Mn, Cu, Mo, Cl, Zn og B). *Makro* antyder at plantene trenger relativt store mengder, *mikro* at det er snakk om små mengder. Disse kaller vi ofte sporstoffer. Alle tas opp i ioneform og transporteres oppløst i vatn. Enkelte planter har behov for andre grunnstoffer: Na, Co, Va, Si og Ni.

Dyr og mennesker har en lignende men litt forskjellig liste over nødvendige grunnstoffer. Mennesker trenger for eksempel J og Se men ikke B.

Rota er selektiv i ioneopptaket. Det betyr at den fortrinnsvis slipper inn de ionene planta har bruk for. Men det er mange eksempler på at planta kan ta opp uønska mye av ioner som forekommer i veldig rikelige mengder og ta opp for lite av andre. Dette kan være uheldig. På beite som er gjødsla veldig sterkt med K kan plantene komme til å ta opp mer K og mindre Mg slik at det blir for lite Mg i graset. Mangel på Mg kan gi krampe hos dyra. Graskrampe forekom oftere før enn nå.

Innholdet av plantenæringsstoffer i jorda varierer veldig. Somme jordarter kan ha store reserver av plantenæringsstoff. For eksempel kan det øverste jordlaget i moldrik jord ha et innhold av N på 300 til 2000 kg per daa. Plantene trenger 10 til 20 kg per år. Og leirjord kan

inneholde flere tusen kg K i matjordlaget. Plantene trenger 5 til 12 kg per år. Det meste av disse reservene er imidlertid i en form som er utilgjengelig for planterota. Bare en liten del blir frigjort hvert år gjennom biologiske, kjemiske og fysiske prosesser.

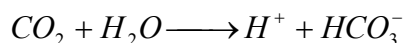
De næringsstoffene plantene får tilgang til fra jorda kommer fra ulike kilder:

- Ved frigjøring fra reservene i jorda
- Ved nedbryting av planterester (røtter, halm osv)
- Fra husdyrgjødsel, kompost og anna organisk gjødsel
- Fra mineralgjødsel (handelsgjødsel, også kalt kunstgjødsel)
- Ved biologisk N-fiksering ved hjelp av bakterier i symbiose med plantene (for eksempel rhizobium hos erteblomstfamilien)
- Ved nedfall fra lufta

Oversikten i figur 1.7 forteller litt om hva de ulike mineralstoffene brukes til og hva som kan skje hvis det oppstår mangel. Vi ser også hva slags ioneform opptaket foregår i.




Plantene tar bare opp næringsstoffer i form av vatnløselige forbindelser. Konsentrasjonen av ioner inne i rota er større enn i jordavëska slik at ionene må tas opp *mot* en konsentrasjonsgradient. Opptaket krever derfor en aktiv prosess fra rotcellene. Opptaket skjer ved ionebytte. Skal rota ta opp et positivt ladet ion må det byttes ut med et anna positivt ion inne i rotcella. Som regel blir dette et H^+ -ion, og dette virker forsurende på jorda. Negative ioner byttes som regel ut med HCO_3^- .

Både H^+ og HCO_3^- kommer fra åndinga. Ved ånding dannes det CO_2 og H_2O , og disse reagerer slik:



Jorda rundt planterota blir altså stadig surere mens planta vokser. Dette er noe av årsaken til at vi må kalke jorda slik at pH ikke blir for låg. Når planta dør og råtner vil noe av balansen gjenopprettes, men ikke nok til å kompensere fallet i pH fullt ut.

Mineralgjødsel virker forsurende. Når vi gjødsler med N i form av ammonium (NH_4^+) tar planta opp et positivt ion og må skille ut H^+ i stedet. Når ammonium kommer i jorda vil noe av det bli omdanna til nitrat (NO_3^-). Denne prosessen vil også frigjøre H^+ og dermed virke forsurende.

Makronæringsstoffer	Oppgaver	Mangelsykdommer	Ioneopptak
Nitrogen (N)	Til oppbygging av cellemateriale, særlig <i>aminosyrer</i> og <i>proteiner</i> .	Forkrøplede planter. Nedre blad visner. Ofte rødfargete stengler.	NH_4^+ (ammonium) eller NO_3^- (nitrat)
Fosfor (P)	Oppbygging av cellemateriale: plantefett, kromosomer, fosforprotein (ATP).	Unge blad blir mørkegrønne og visner i bladkantene. 	Oftest H_2PO_4^- (dihydrogen-fosfat)
Kalium (K)	Finnes som K^+ i cytoplasma og regulerer trykkforholdene i cellen. Inngår også i ulike enzymer.	Forårsaker brune eller gule flekker sjeldnere striper i eldre blad. 	K^+
Magnesium (Mg)	Benyttes til å lage <i>klorofyll</i> i kloroplastene. Forøvrig samme oppgave som K^+ .	Mangelsymptomer omtrent som for K, men oftest gule striper i eldre blad (stripeklorose).	Mg^{++}
Kalsium (Ca)	Benyttes til å lage <i>pektin</i> (cellesement) i midtlameller. Ellers lignende oppgaver som K.	Gir sterk hemming av vekst, forkrøplede planter fordi vekstpunkt og kambium dør.	Ca^{++}
Svovel (S)	Oppbygging av noen viktige celledoffer særlig <i>aminosyrer</i> (cystein), svovelproteiner, vitamin B_1 .	Forårsaker sterkt gulnende blader, særlig i eldre blad. Klorofyll bare nær bladnervene. 	SO_4^{--} (sulfat) eller HSO_4^- (hydrogensulfat)
<i>Mikronæringsstoffer</i>			
Jern (Fe)	Inngår i en rekke viktige enzymer som danner klorofyll og i fotosyntesen.	Mangelsymptomer omtrent som for S, men også gulnende flekker i unge blad.	Hvis $\text{pH} > 6$: Fe^{++} Hvis $\text{pH} < 6$: Fe^{+++}
Mangan (Mn)	Inngår i mange enzymer i celleånding, fotosyntese og proteinsyntese.	Først gulbrune, senere døde flekker i blad (gir gråflekksyke hos havre).	Mn^{++}
Kopper (Cu)	Betydning for elektrontransport i fotosyntesen.	Forårsaker ofte visne bladspisser (gulspiss-syke).	Cu^{++}
Molybden (Mo)	Betydning for proteinsyntesen.	Gir brune bladrenner. Blomstene faller av.	MoO_4^{--} (molybdat)

Figur 1.7: Mineralstoffene og deres betydning for plantenes livsprosesser. Kilde: Bjerketvedt & Pedersen (1996).

I tabell 1.1 er det gitt et eksempel på hvilke mengder vi finner av næringsstoff i ei kveiteavling. Det er høsta 5000 kg kveite på ett ha (= 10 daa), innholdet av vatn er 20 %. Næringsstoffene i røtter, halm, agner, avfall og spill kommer i tillegg, men dette materialet blir ikke ført bort fra jorden så det trenger vi ikke å erstatte.

Tabell 1.1. Plantenæringsstoffer i ei avling på 5 tonn (5000 kg) kveite (røtter, halm agner, avfall og spill er holdt utenom). Kilde: Bøckman *et al.* (1991).

Næringsstoff, symbol og navn	Kjemisk form som til vanlig tas opp	Ført bort i 5000 kg kveite, 20 % vatn
Makronæringsstoff:		
N Nitrogen	NH_4^+ , NO_3^-	105 kg
P Fosfor	$H_2PO_4^-$	18 kg
K Kalium	K^+	15 kg
S Svovel	HSO_4^- , SO_4^{--}	8 kg
Mg Magnesium	Mg^{++}	6 kg
Ca Kalsium	Ca^{++}	2 kg
Mikronæringsstoff:		
Cl Klor	Cl^-	3 kg
Fe Jern	Fe^{++}	0,2 kg
Mn Mangan	Mn^{++}	0,2 kg
Zn Sink	Zn^{++}	0,2 kg
Cu Kopper	Cu^{++}	0,03 kg
B Bor	H_3BO_3	0,02 kg
Mo Molybden	MoO_4^-	-

1.7 TIL ETTERTANKE.

La oss sette opp et lite reknestykke og beregne hvor mange kg C, H og O det er i denne avlinga på 5000 kg kveite. Vi går ut fra at atomvektene er slik: H=1, C=12 og O=16. Vi går ut fra at det organiske stoffet er av formen $C_6H_{12}O_6$. Dette er ikke 100 % nøyaktig, men avviket er av liten betydning for sjølve reknestykket.

Vi finner først molekylvektene på vatn (H_2O) og sukker ($C_6H_{12}O_6$):

Vatn:

To hydrogenatomer (H), med atomvekt 1:	$2 * 1 =$	2
Ett oksygenatom (O), med atomvekt 16:	$1 * 16 =$	16
<u>Molekylvekt vatn</u>		<u>18</u>

Sukker:

Seks karbonatomer C, med atomvekt 12:	$6 * 12 =$	72
Tolv hydrogenatomer (H), med atomvekt 1:	$12 * 1 =$	12
Seks oksygenatomer O, med atomvekt 16:	$6 * 16 =$	96
<u>Molekylvekt sukker</u>		<u>180</u>

Så finner vi ut hvor mye vatn og tørrstoff det er i 5 tonn avling, eller 5000 kg:

$$\text{Vatn, 20 \%:} \quad \frac{5000 * 20}{100} = 1000 \text{ kg}$$

$$\text{Tørrstoff, 80 \%:} \quad \frac{5000 * 80}{100} = 4000 \text{ kg}$$

Av tørrstoffet er det noe som ikke er sukker. Den mengden er oppgitt i tabell 1.1. Hvis vi summerer alle tall i tabell 1 får vi $105 + 18 + 15 + 8 + 6 + 2 + 3 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,03 + 0,02 = 157,65$ kg. Sukkermengden blir derfor $4000 - 157,65 = \underline{3842,35}$.

Mengde C i avlinga:

$$\text{Fra sukker:} \quad \frac{3842,35 * 72}{180} = 1536,94 \quad 1536,94$$

Mengde H i avlinga:

$$\text{Fra vatn:} \quad \frac{1000 * 2}{18} = \quad 111,11$$

$$\text{Fra sukker:} \quad \frac{3842,35 * 12}{180} = \quad 256,16$$

367,27

Mengde O i avlinga:

$$\text{Fra vatn:} \quad \frac{1000 * 16}{18} = \quad 888,89$$

$$\text{Fra sukker:} \quad \frac{3842,35 * 96}{180} = \quad 2049,25$$

2938,14

Mengde alle andre stoffer (N, P, K, S, Ca, Mg osv) 157,65

Totalavling 5000,00

Vi kan lære noe viktig av dette reknestykket. Av ei avling på 5000 kg korn, som er ei normal avling fra 10 dekar jord, er nesten 3000 kg oksygen (O) og 1500 kg karbon C. Om dette var ei grasavling på 4000 kg tørrstoff, som også er normalt for 10 dekar, ville situasjonen være ganske lik. Når vi diskuterer dyrking av korn og gras er det nitrogenet og de andre mineralstoffene vi snakker om, fordi det er disse stoffene vi må tilføre med gjødsla, og det koster penger. Oksygenet, karbonet og hydrogenet er gratis, men det er disse som utgjør storparten av stoffene i avlinga.

2. FORMERING.

Vi skiller mellom to former for formering hos planter, formering med frø (generativ eller kjønna formering) og vegetativ formering (ukjønna formering). Disse er så ulike at vi må ofre noen kommentarer på dem.

2.1 FORMERING MED FRØ. GENERATIV FORMERING.

Planter produserer vanligvis en stor mengde frø, men variasjonen er enorm. Ei byggplante kan kanskje ha 50 – 60 frø (korn) på hvert strå, mens ei burotplante eller en vassarve kan sette flere hundre tusen frø på hver plante. Frø dannes ved at to kjønnsceller smelter sammen til ei befrukta eggcelle (zygote). Fra denne cella utvikler det seg en kime til en ny plante.

Arvestoffet i dette frøet stammer fra de to haploide kjønnscellene, eggcella (fruktemnet) og sædcella (pollenknappen). Det er denne prosessen som gjør at vi bruker uttrykket generativ, det angår genetikken.

Noen plantearter har sjølbestøving. Da bestøves fruktemnet av pollen som er danna i samme blomst som egget. Blomsten må da være tvekjønna, og støvbærere og fruktemne må være modne på samme tid. Typiske kulturplanter i denne gruppen er bygg, kveite og havre. Noen plantearter har heimbestøving. Da bestøves egget av pollen som er danna i en annen blomst på samme plante. I begge disse tilfella vil alle frø fra en og samme plante bli tilnærma heilt like, genetisk sett. Og i en gitt sort av disse kornslaga vil alle korna genetisk sett være like. En byggsort er derfor ei rein linje. Skal vi lage nye sorter av bygg (eller kveite eller havre) må vi foreta en planlagt kryssing til i et laboratorium. Da får vi ny genetisk variasjon som gir grunnlag for å lage nye sorter.

Andre plantearter har fremmedbestøving. Da bestøves fruktemnet av pollen som er danna i en blomst på en annen plante. Her kan blomstene godt være enkjønna. Rug er et eksempel på en kulturplante med fremmedbestøving. I arter med fremmedbestøving er det en viss genetisk forskjell mellom frøa, sjøl om de kommer fra samme sort.

Grasartene er fremmedbestøvere (eller kryssbestøvere). I et bestand av for eksempel timotei vil det da teoretisk ikke finnes to planter med eksakt samme arveanlegg. Men for hele bestandet er summen av de genetiske egenskapene noenlunde konstant. Dette gjør blant anna at dersom en frøavler flere generasjoner av en timoteisort på et bestemt geografisk sted vil de individene som er best tilpassa forholda vokse bedre og produsere mer frø enn planter som er dårligere tilpassa voksestedet. Vi vil få et naturlig utvalg i en populasjon.

2.2 VEGETATIV FORMERING.

Ukjønna formering hos dyr og mennesker kaller vi kloning. Hos dyr og mennesker er dette en sjeldenhet. Enegga tvillinger er et slikt eksempel, men forekommer ikke ofte. Ny teknologi kan gjøre det mulig å foreta kloning i langt større omfang enn det naturen sjøl praktiserer.

Av og til bruker vi også uttrykket kloning når vi snakker om planter. I planteriket foregår vegetativ formering i stort omfang og betyr mye for utbredelsen av plantene. Vi bruker uttrykket vegetativ for å poengtere at det bare er snakk om vanlig celledeling hos en allerede eksisterende plante og ikke dannelse av en genetisk ny plante.

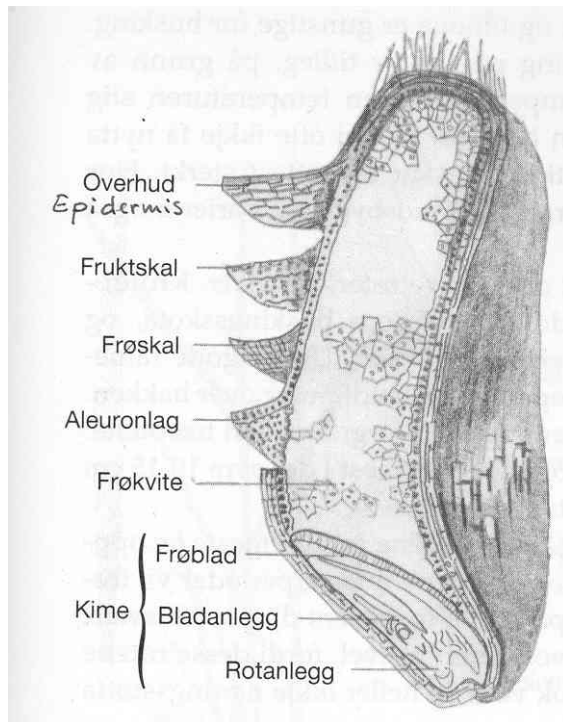
Noen kulturplanter formeres i praksis bare vegetativt (unntatt når kryssing og kjønna formering er nødvendig i forbindelse med planteforedling). Poteter (settepoteten er en klon av morpoteten), epler (ved poding), jordbær og bringebær (stiklinger) er klassiske.

Alle gras har en større eller mindre vegetativ formering. Når graset busker seg, dannes det flere strå fra samme plante. Disse stråa er mer eller mindre sjølstendige. Dette er en formering som monner lite. Busking kan bare i liten grad hjelpe planten til å bre seg utover. Men hos noen arter finner vi overjordiske og underjordiske utløpere (stoloner og rhizomer), og hos disse artene betyr vegetativ formering mye. Blant grasvekstene er det særlig strandrør og bladfaks og i noen grad engrapp der slik formering betyr noe særlig. Kvitkløver, som er en belgplante, har betydelig vegetativ formering. Hos disse plantene dannes det et tett teppe av planter rundt den opprinnelige planta.

Mange av de vanskelige ugrasartene kan formere seg sterkt på denne måten. Verst er kanskje kveke, krypsoleie, åkertistel, skvallerkål og brennesle.

3. FRØET.

Alle frø består av to deler, *kime* og *endosperm*. Kimen er starten på den nye planta. Endospermen eller frøkviten er opplagsnæringa som den nye planta trenger når den skal spire. Gjennom utvalg og planteforedling har vi fått korn, ertre og andre matvekster med ekstra godt utvikla frøkvite. Men alle frø som er modne og godt utvikla har nok næring til å spire. Kimen og endospermen er adskilt med *scutellum* eller skjoldbladet. Figur 3.1 gir en skjematisk oversikt over et gjennomskåret frø.



Figur 3.1. Lengdesnitt gjennom frø fra grasfamilien (kveite Korn). Skjematisk. Kilde: Mjærum og Skøien (1991).

Kunnskap om frøet er viktig for å forstå spireprosessen. Fordi korn er den viktigste ingrediensen i kraftfôr, er kunnskap om oppbygginga av frøet viktig også i fôrmeddelfaget.

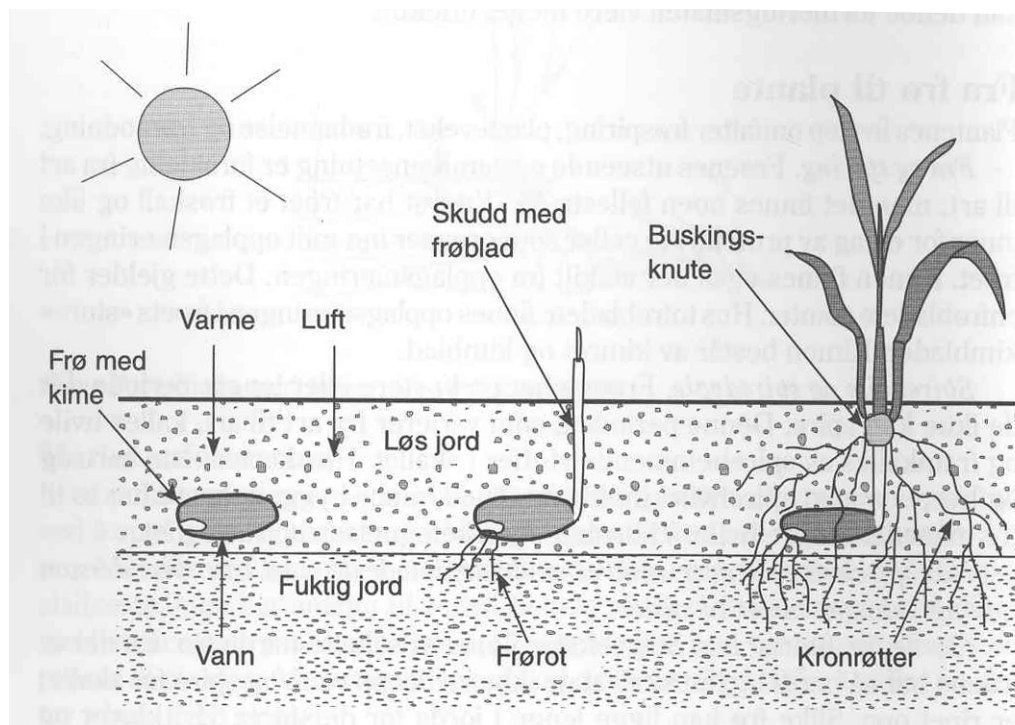
4. SPIRING.

4.1 ETABLERING AV ET VEKSTPUNKT I JORDOVERFLATA.

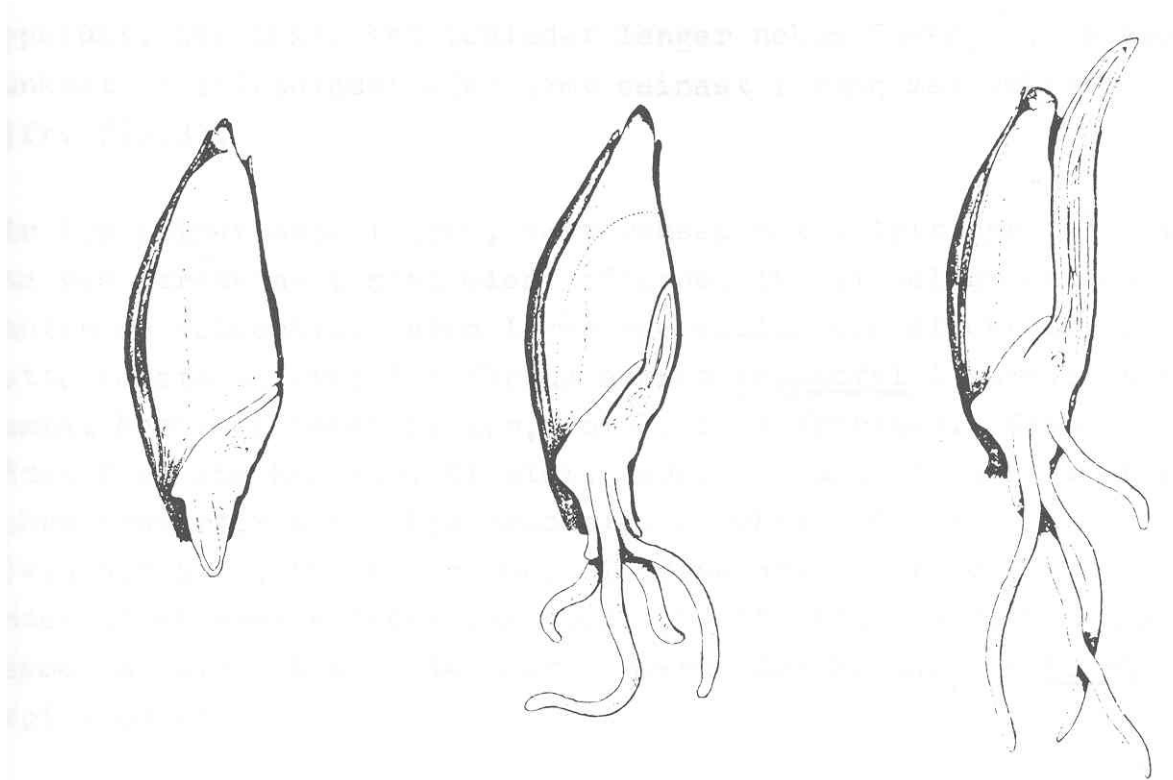
Når vilkåra for spiring er til stede vil frøet trekke fukt (figur 4.1). I kimen starter cellene å dele seg, veksten kan begynne og frørota (primærrota eller grorota) kommer etter hvert ut (figur 4.2). Frørota kommer raskt i gang med å ta opp mer vatn som den resterende spireprosessen har bruk for.

Deretter blir det aktivitet i koleoptilen. Et viktig stadium for denne fasen er at det etableres et vekstpunkt like i jordoverflata. Det skjer på litt ulike måter hos de ulike artene, men alle ender opp med et vekstpunkt like under jordoverflata.

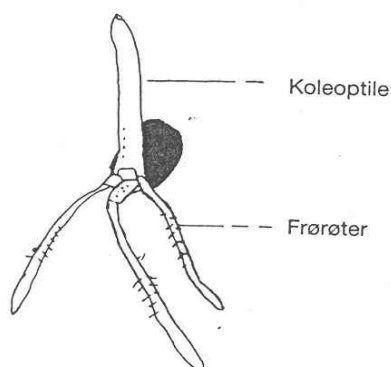
Figur 4.1, 4.2 og 4.3 viser viktige trekk ved frøspiringa.



Figur 4.1. Skjematisk framstilling av hvordan frø av korn og andre gras spirer. Kilde: Skøien (1997).



Figur 4.2. Spiring hos bygg, lengdesnitt gjennom kornet. Kilde: Skjelvåg (1974).



Figur 4.3. Skjematisk bilde av et spirende frø. Det svarte området illustrerer endospermen i det spirende frøet. Kilde: Mjærum og Skøien (1991).

4.2 EGENSKAPER VED FRØET SOM PÅVIRKER SPIRINGA.

Alderen til frøet.

Det viktigste er at frøet er modent nok før det blir høsta. Spireevna hos frøet er helt avhengig av at kimen er tilnærma fullt utvikla. Det beste for spiringa er at også frøhviten er oppfylt, men de fleste frø har spireevne om det mangler litt på dette.

- Lagring i jord. Frø av floghavre og andre ugras kan ligge i jorda mange år og bevare spireevnen. I typiske fjellbygder kan en så frø seint om høsten like før oppfrost. Frøet vil

kunne bevare spireevnen gjennom vinteren og spire neste vår. Der det ikke er stabil frost gjennom hele vinteren går ikke dette. Frøet trekke fukt og ”tro” det er klart for spiring hvis det blir noen milde dager. Så kommer det frost etterpå og dreper spiren.

- Lagring i hus. Som hovedregel kan en si at hvis frø lagres tørt og kjølig vil det bevare spireevnen i mange år. I et amerikansk forsøk med frø av 5 grasarter ble frø lagret ved tre ulike temperaturforhold og en relativ fuktighet på 30 – 60. Etter 10 år ble spireevnen undersøkt på nytt. Tabell 4.1 viser hvordan resultatet ble.

Tabell 4.1 Spireevne etter 10 års lagring ved ulik temperatur. Kilde: Skjelvåg (1974).

	Opprinnelig spireevne	Spireevne i % av den opprinnelige etter 10 år		
		Lagra ved 21°C	Lagra ved 12°C	Lagra ved 5°C
Timotei	98	89	81	101
Hundegras	96	64	35	95
Engrevehale	85	98	94	103
Bladfaks	93	3	6	83
Hestehavre	90	40	60	102

Vi ser at det er stor forskjell på artene. Bladfaks kan ikke lagres lenge ved høy temperatur uten at spireevnen tapes, mens engrevehale har bedre spiring etter 10 år sjøl om temperaturen var 21 °C. Ved 5 °C hadde 3 av de 5 artene bedre spiring etter 10 års lagring enn det de opprinnelig hadde.

Frøhvile.

Noen frø er spiretrege når de er nyhøsta. Dette er på mange vis en fordel. Hvis det blir fuktig og varmt vær når frøet er modent er det fare for groing, dvs at frøet spirer i akset før det kan høstes. Dette gjelder korn, timoteifrø eller hvilke frø som helst. Slik groing før høsting gjør frøet fullstendig uskikka som såfrø.

Behovet for frøhvile kan skyldes:

- Kimen trenger tid etter høsting for å modnes fysiologisk
- Skallet kan være utformet slik at vatn og gasser ikke slipper gjennom
- Inhibitorer. Kjemiske stoffer som hindrer at groinga starter.

4.3 YTRE FORHOLD SOM HAR BETYDNING FOR SPIRING

Vatn.

Alle slags frø må ha fukt for å spire, men mengden av vatn som trengs varierer sterkt mellom artene. Frø fra arter som vokser i ørkenstrøk krever ikke mye fukt. En annen ytterlighet er ris (sumpris), som må ha mye. Korn og engfrø har problem med å spire hvis vassinnholdet i

jorda er under om lag 40 %. På tross av det fuktige klimaet her i landet er det ikke sjelden at det øverste jordlaget tørker ut så fort etter jordarbeiding/såing at frø som ligger grunt får for lite fukt til å spire. Frø av gras er så smått at vi må så dette grunt. Ellers vil de ikke ha nok frøkvite til at koleoptilen kommer seg opp i sollyset. I det øverste jordlaget kan det fort bli lite vatn. Verst utsatt er leir- eller sandjord med veldig lite mold (for eksempel bakkeplanerte områder).

Luft.

Hvis jorda er fullstendig metta med vatn kan mangel på luft føre til at frøet drukner. Noen frø tåler likevel mye vatn, mens frø av andre arter vil dø hvis jorda er metta med vatn.

Temperatur.

For frø av korn og enggrasartene på våre breddegrader kan vi grovt sett rekne med følgende:

Lågest temperatur der spiring starter:	3 – 5 °C
Optimal temperatur for spiring:	20 °C (15 – 30 °C)
Maksimal temperatur for spiring:	30 – 40 °C

For en varmekrevende kultur som mais må jordtemperaturen komme opp i 8 -10 °C for at frøa skal spire. Og den optimale temperaturen er høyere. Mais kommer fra varmere himmelstrøk, og skal vi tenke på å dyrke den her må vi blant anna ta hensyn til jordtemperaturen ved såing, og veldig mange andre forhold. I praksis regner vi med at veksten hos plantene også stagnerer når temperaturen kommer under 6 °C.

For de fleste artene er det en fordel for spiringa at temperaturen er lågere om natta enn om dagen, men noen arter er upåvirka av slik variasjon.

Lys.

Det er normalt for de fleste planteslag at lys hemmer spiring, men hos frø av flere grasarter blir spiringa bedre ved tilgang på lys. Det gjelder både rapp og svingel. Korn er upåvirka. Det betyr at frø kan spire om det ligger oppå bakken dersom det er nok fukt. I følge de internasjonale reglene for testing av spireevne i frø skal det brukes lys i minst 8 timer per døgn for alt engfrø.

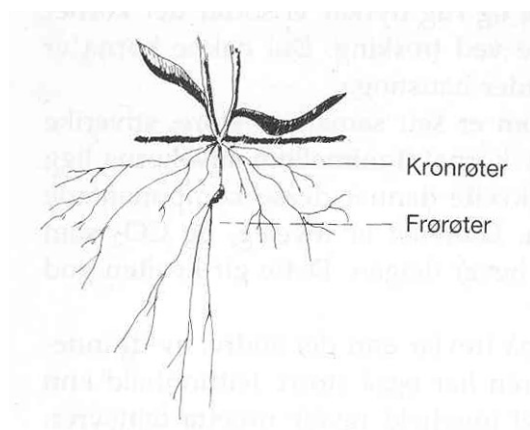
Jord og gjødsling.

Dersom det er høvelig med fukt, luft, lys og temperatur vil frø spire i all slags jord, ved god eller dårlig næringstilgang og innafor et vidt spenn i pH. Det er ikke sikkert det er optimalt å vokse der, men det er en annen sak. For enkelte arter blir spiring bedre i jord med mye mold. Ved såing av kålrot og andre kålvekster i torvblokk dekkes frøa gjerne med fin sand. Dette gir god spiring, og er en fordel når plantene vatnes.

5. UNDERJORDISKE DELER AV PLANTA.

5.1 FRØRØTTER OG KRONRØTTER.

Andre vanlige navn på frørota er primær rot, kimrot eller grorot. Frørota vokser ut fra rotanlegga i kimen (figur 4.2 og figur 5.1). Hos noen grasarter, for eksempel engkvein, er det vanligvis bare ei frørot, rapp og bladfaks har som regel to, mens det hos raigras varierer fra en til fire. Frørota er spesielt viktig for å forsyne den unge spirende planta med vatn. Spiringa starter når frøet har trekt nok fukt, men ganske så snart kommer frørota til hjelp for å skaffe mer vatn og næring.

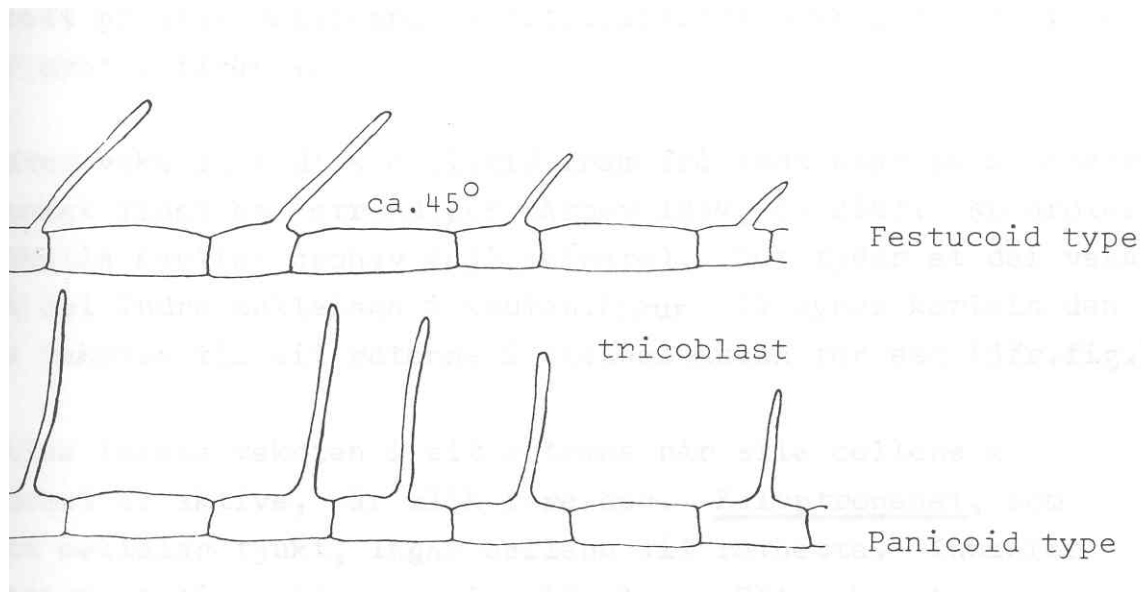


Figur 5.1 Utvikling av frørøtter og kronrøtter. Kilde: Mjærum og Skøien (1991).

Det er forskjell på hvor lenge frørøttene lever og hvilken nytte planta har. Hos flerårige gras er frørøttene viktige i såingsåret, men etter hvert overtar kronrøttene ansvaret. Hos ettårige gras vil frørøttene ha betydning hele det året planta lever, mest i starten, mindre etter hvert som det kommer kronrøtter.

Kronrøttene, også kalt sekundære røtter, vokser ut fra vekstpunktet som dannes på jordoverflata ovenfor det frøet som har spirt (figur 5.1).

En større eller mindre del av cellene både hos frørøtter og kronrøtter har rothår (figur 5.2). Dette er viktige organ når cellene i rota skal komme i nærheten av de ionene som skal tas opp. Ionene beveger seg sakte, så hvis rota skal få tak i et ion må cella komme i kontakt med det. Utvekst av rothår øker denne muligheten voldsomt. Store mengder med tynne rothår, som en forlengelse av hovedrota, gir ei samla stor overflate som er med i næringsopptaket og gir mange berøringspunkter mellom rothår og næringsstoffene i jorda.



Figur 5.2. Rothår hos Bromus (øverst) og Panicum (nederst). Kilde. Skjelvåg (1974).

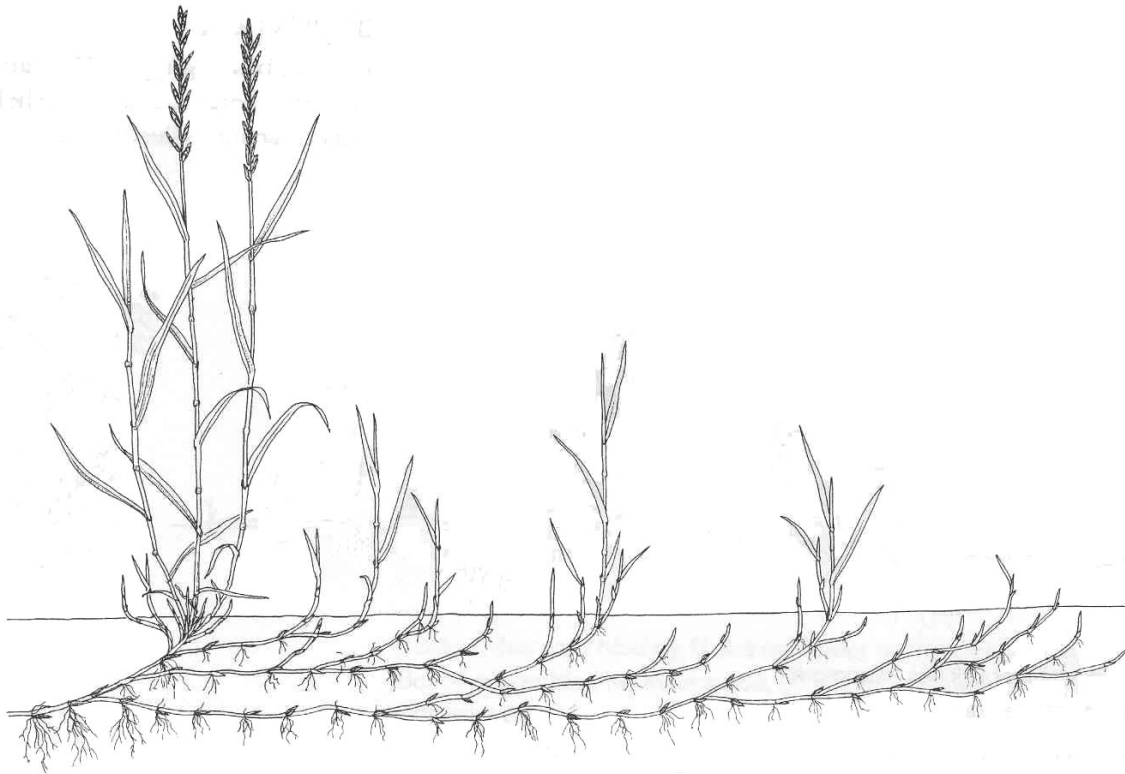
Rota vokser ved at cellene like bak rotspissen deler seg. Hos timotei foregår storparten av celledeling i området 0,15 til 0,20 mm bak rotspissen, og delinga er fullstendig slutt 0,45 med mer bak rotspissen. Cellestrekkinga foregår i området 0,20 til 1,15 mm bak spissen. Fremst på rotspissen sitter det ei rothette. Når cellene like bak spissen deler seg, og ennå mer når de strekker seg, skyves rotspissen utover, med rothetta fremst. Rota må da benytte de naturlige åpningene mellom jordpartiklene.

En stor del av røttene hos enggrasartene, kanskje opp til 50 %, vil utvikle seg i de 10 øverste centimetrene av jorda. Men den mest aktivt absorberende delen av rota er de yngste røttene, og de befinner seg ofte litt djupere. Det er kjent at røtter av mais kan komme ned på 8 meter. Det er i stor grad forholda i jorda på voksestedet som avgjør hvor djupt rota vokser.

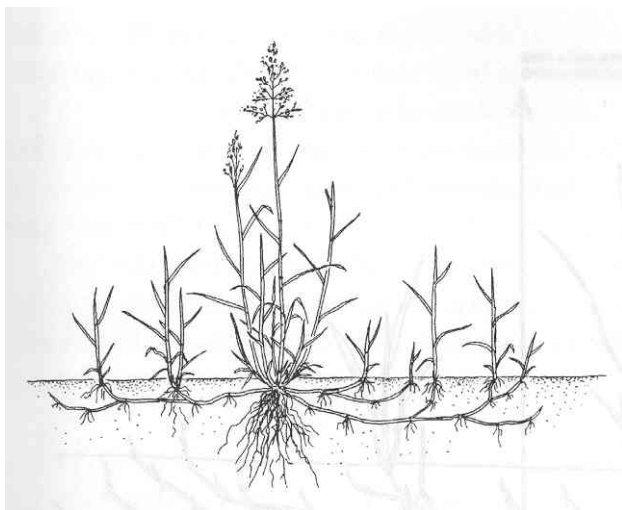
Hos alle grasartene er røttene forma som ei trevlerot. Ofte er de sterkt forgreina slik at rotsystemet er kraftig. Det vil du kjenne hvis du prøver å rive opp ei grastue.

5.2 STENGELUTLØPERE (RHIZOMER OG STOLONER).

Stengelutløpere under bakken kan forveksles med røtter, men de er egentlig sideskudd med opprinnelse i stengelen og er derfor ikke ekte røtter. Jordstengler under bakken kjenner vi kanskje best fra kveke (figur 5.3), men det er mange andre gras som har slike organ, for eksempel engrapp, strandrør, bladfaks, takrør og finntopp (figur 5.4). Stengler under bakken kalles rhizomer. Rhizomene har stor betydning både for vegetativ formering av planta og som lager for karbohydrat.



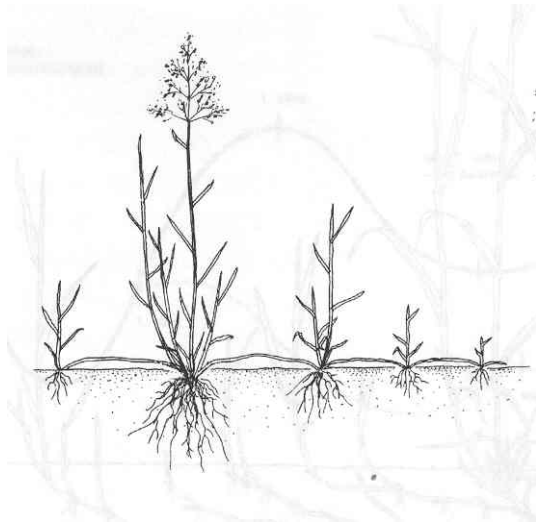
Figur 5.3. Kveke med underjordiske utløpere (rhizomer). Kilde: Skår (1999).



Figur 5.4. Underjordiske utløpere hos strandrør og andre gras. Kilde: Skår (1999).

I varmere himmelstrøk finnes det mange gras med stengelutløpere som ligger over bakken. Også på våre breddegrader forekommer det hos enkelte gras (krypkvein). Stengelutløpere over bakken kalles stoloner. Vi nevner at for en art som kvitkløver, som ikke er et gras, er

utløperne over bakken svært viktige organ. Planter med stoloner danner ofte et tett teppe som brer seg utover fra et sentrum.



Figur 5.5. Overjordiske utløpere (stoloner) hos gras. Kilde: Skår (1999).

5.3 Mykorrhiza.

Mykorrhiza forekommer vanlig hos grasartene men er ikke en anatomisk del av planten. Det er sopper som lever i symbiose med planterøttene. Soppen danner et nettverk med hyfer som hjelper til med opptak av næring og vatn. Som motytelse får de sukker fra planta. Hos trær vet vi at dette er av avgjørende betydning for veksten hos treet. Der vil soppen danne lange utløpere som tar opp næring som treet bruker, mens grana leverer sukker i bytte. Innen økologiske fagmiljø er det stor interesse for mykorrhiza også i grasdyrking.

6. FAKTORER SOM VIRKER INN PÅ VEKST OG FUNKSJON HOS RØTTER.

Lengden på røttene, plassering, dybde, total rotmengde osv er viktig for at planta skal nytte ut vatn og næring. Røttene har liten mulighet for å fange inn næringsstoffer og vatn som ligger bare en mm unna hvis den ikke vokser seg bort dit. Er det ugunstige vekstforhold i jorda (for eksempel låg pH, hardpakka jord, lite næring, dårlig grøfting), får rota redusert evne til å ta opp og transportere næring og vatn. Planta vil vokse dårlig. Hvis deler av rotsystemet står i gunstige omgivelser vil dette kompensere for noe av problemet.

All vegetativ vekst og utvikling hos ulike organ i plantene er en stadig rundgang. Livet til ei celle starter med celledeling, deretter kommer strekningsvekst, differensiering og aldring/død. Slik er det enten vi snakker om organ over eller under jordoverflata. Om celler eller organ eldes og dør, betyr ikke det nødvendigvis at planta dør. Men både de enkelte cellene og de enkelte delene av planta har begrensa levetid.

6.1 LYS OG TEMPERATUR.

Underskudd på lys (altså over bakken) har større konsekvenser for røttene under bakken enn for den delen av planta som befinner seg over bakken. Gode lysforhold er gunstig for vekst hos røttene. Optimal lysintensitet er *høgere* hos rota enn hos blad og stengel.

For temperatur er det motsatt. Når temperaturen stiger, stimuleres vekst over bakken mer enn vekst av rota. Ved høg temperatur vil blad/stengel bruke opp mer av det som dannes til egen vekst, og det blir mindre overskudd å sende ned til rota. I et forsøk med tre temperaturer ble vekta av tørrstoff (ts) i røttene og i tua (blad/stengel) registrert for italiensk raigras, engsvingel, timotei og hundegras. Forholdet mellom ts i tua og i rota ble slik:

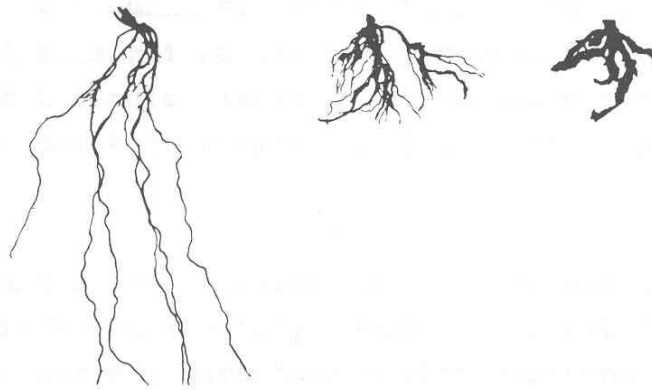
Temperatur	9 °C	17 °C	30 °C
Forholdet ts i tua/ts i rota	2,3	3,8	4,6

Ved 9 °C ble altså tua 2,3 ganger så stor som rota, men ved 30 °C ble tua hele 4,6 ganger større enn rota. Stort sett viser forsøkene at veksten i røttene blir størst i relativt kjølig vær.

Etter høsting vil planta tære på reservekarbohydrat fra røttene for å sette nye skudd. Er det varmt vær ved høsting av enga vil det hemme veksten av rota i den første tida.

6.2 JORDFYSISKE FORHOLD.

Tilgang på luft, tilgang på vatn og den mekaniske motstanden er viktige for hvordan planterota kan vokse. Rota kan ikke trenge gjennom porer som er særlig mindre enn tverrsnittet av rota. I finkorna jord vil lengdeveksten av røttene avhenge av hvor lett rota klarer å skyve jordpartiklene til sides. Rota velger minste motstands veg, og følger ofte ganger etter meitemark og råtne plantedeler. Utdelt figur 19 fra Skjelvågs kompendium viser at når porevolumet blir lite og trykket stort, vil ikke rota kunne vokse som den skal.



Minste pore- diameter, mm	0,15	0,15	0,06
Veggtrykk, bar	0	0,5	0,5

Figur 6.1. Rotutvikling hos bygg i et medium av små glasskuler med porediameter 0,06 og 0,15 med mer, og med veggtrykk 0 eller 0,5 bar. Kilde: Skjelvåg (1974).



Figur 6.2. Rotutvikling hos raigras med ulike avstand fra overflata og ned til grunnvatnet. A: 40 cm, B: 60 cm og B: 95 cm. Kilde: Skjelvåg (1974).

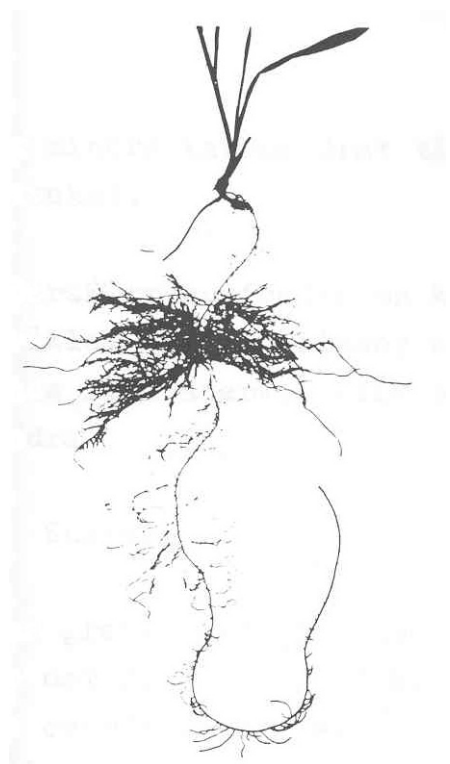
Grøfting til 90 cm vil senke grunnvatnet til dette nivået, og figur 6.2 demonstrerer at høgt grunnvatn (40 eller 60 cm fra overflata og ned til grunnvatnet) er uheldig for planterota. Når porevolumet er fylt med vatn vil det ikke bli luft nok til rota. Dette er noe av forklaringa på dårlig rotutvikling ved høgt grunnvatn.

Pakking og kjøreskader er særdeles uheldig for rota. Slike skader reduserer porevolumet, lufttilgangen minker og motstanden i jorda øker. I leirjord vil aggregatene ødelegges, og det blir mye trangere for rota å presse seg framover. Også i sandjord vil pakking vil føre til stor nedgang i rotmengde.

6.3 JORDKJEMISKE FORHOLD.

Dersom det blir godt med næring på et punkt i jorda vil det bli sterk rotutvikling i området. Figur 6.3 viser et eksempel på sterk rotutvikling med god tilgang på N. Samme virkning vil det bli av P, men god tilgang på K vil føre til at hele rota får større vekst.

I eng ser det ut til at god tilgang på N stimulerer veksten over bakken. Dette vil føre til at forholdet mellom topp og rot øker, og noen ganger kan faktisk utviklingen av rota bli mindre enn ved svakere N-tilgang. Dette kommer av at mye av det sukkeret som produseres av bladverket blir brukt til nye blad og stengler, men det er ikke sikkert rota får mer. Vi kan også si at fordi det er rikelig tilgang på N trenger ikke planta så stor rot for å skaffe nok N. Da er det bortkasta ressurser å lage ei stor rot. I et forsøk med bladfaks og hundegras var rot og tue omtrent like store (like mye ts) der det ikke var gjødsla. Der det var gjødsla med 15 kg N per dekar ble tua 2,5 til 3,5 ganger så stor som rota.



Figur 6.3. Rotutvikling hos bygg der det var gitt mye nitrogen (N) i midtpartiet. Kilde: Skjelvåg (1974).

Rota hos grasartene er ikke særlig ømfintlig for variabel pH. Men alt tyder på at grasrota vokser aller best når pH er relativt låg, kanskje 4,0 til 4,5. Men dette er ikke optimalt for veksten over bakken, og den betyr mer for bonden! For de fleste av våre vekster ligger det optimale område i jorda mellom en pH på 5.5 og 6.5.

6.4 HØSTING.

Hvis avlinga *høstes ofte* hemmes veksten av rota merkbart. Det er ingen andre faktorer som i så stor grad påvirker veksten av røttene. Resultata fra et finsk forsøk med hundegras viser følgende:

Antall høstinger per sommer	2	4	8
Kg ts i rota	290	180	70

Norske forsøk viser samme tendensen. Stubbhøgde er også viktig. I et forsøk med timotei på Mære ble det prøvd tre ulike høgder på stubben, og rotmassen ble slik:

Stubbhøgde	3 – 4 cm	ca. 8 cm	12 – 15 cm
Tørr rotmasse per daa	490 kg	580 kg	660 kg

Det er også store genetiske forskjeller i evnen til å tåle intensiv drift med mange høstinger i sesongen. I en undersøkelse fikk en denne rangeringen, der vanlig raigras var best:

Vanlig raigras > engrapp > rødsvingel > kveinartene > markrapp > engsvingel > hundegras > bladfaks > timotei > strandrør.

Det er også forskjell mellom sortene. Hos timotei er Engmo holdt for å være bedre enn Grindstad, men det er også eksempler på at Grindstad tåler intensiv drift ganske godt.

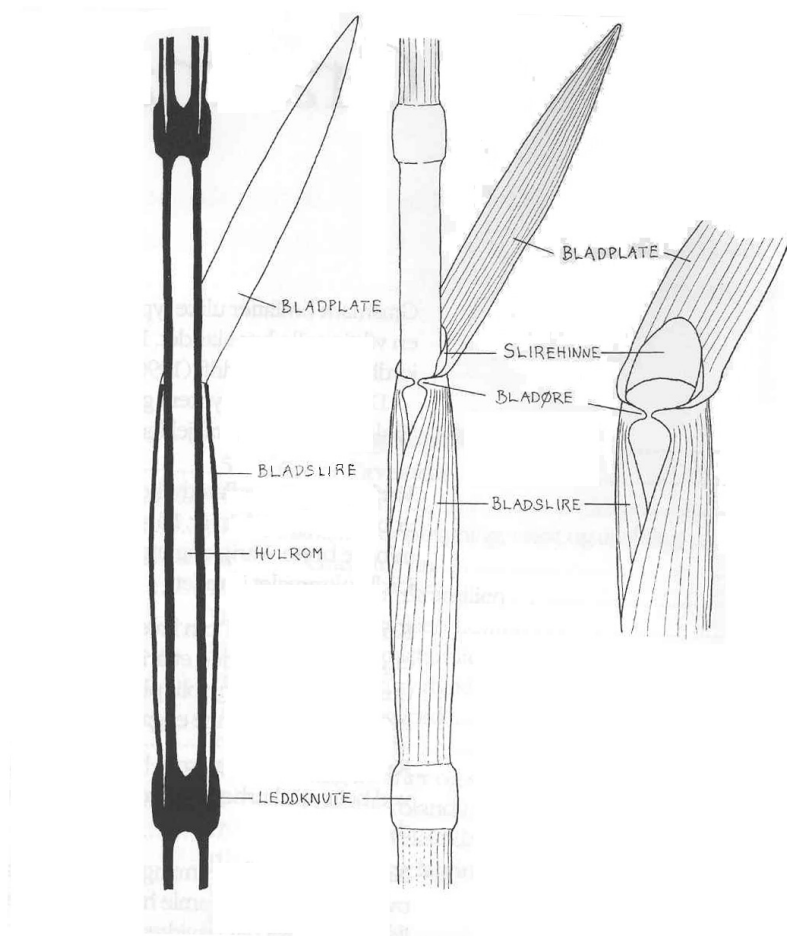
6.5 KONKURRANSE.

Hos noen grasarter vil rota utvikle seg greitt om planta vokser sammen med andre gras. I andre tilfelle fører konkurransen til redusert rotvekst. Når hundegras måtte vokse sammen med raigras gikk avlingsmengden per plante ned til bare 12 % sammenlignet med hundegras i reinbestand. Mye av denne avlingsnedgangen antas å skyldes dårlig rotutvikling som følge av konkurransen med de andre plantene.

7. BLADET OG VEKSTEN HOS GRAS.

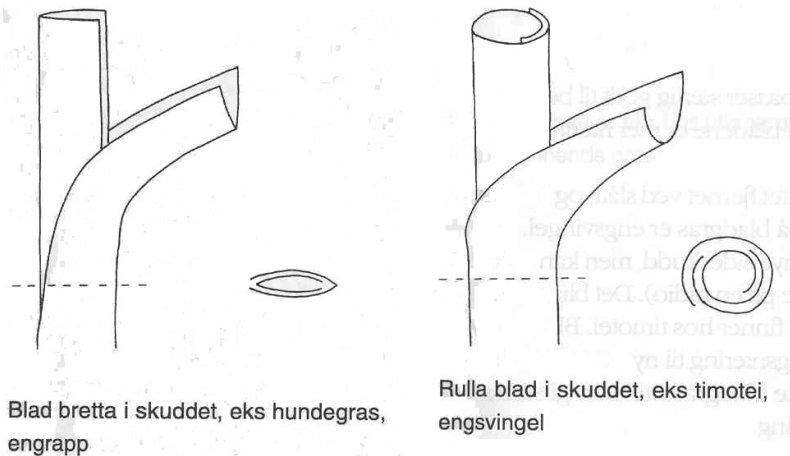
7.1 BLADET.

Hos gras består et blad av bladplate, bladslire og slirehinne (figur 7.1). Noen arter har tydelige bladører (krage). Bladet er tydelig bretta hos hundegras og engrapp, tydelig rulla hos engsvingel og timotei (figur 7.2). Vær oppmerksom på at bladslira utgjør en stor del av bladmassen (figur 7.3).

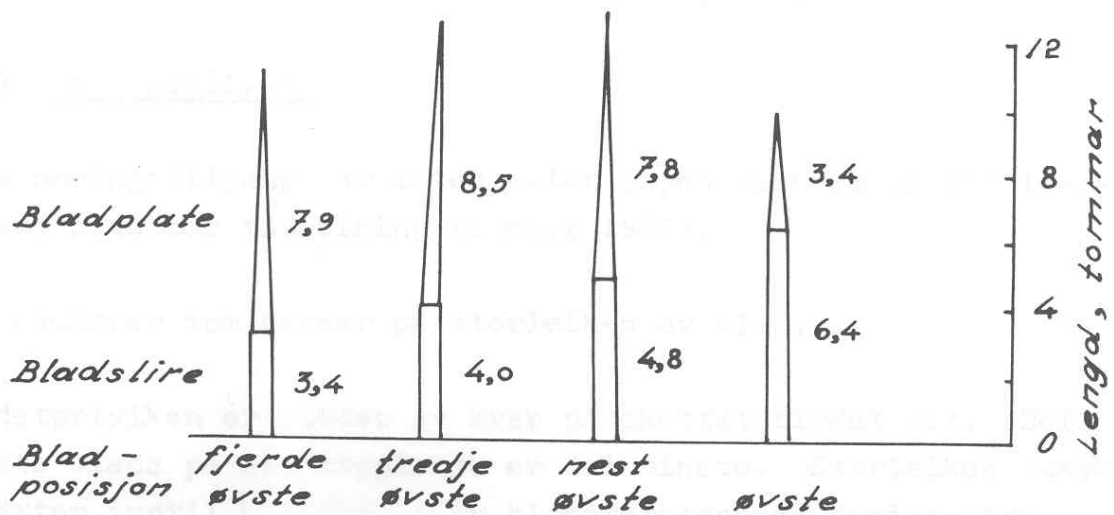


Figur 7.1. Delene av bladet hos gras. Kilde: Skår (1999).

Bladslira til et nytt blad vokser alltid ut inne i det foregående bladet, og bladplata til det nye bladet blir stående på motsatt side av stengelen. Et nytt blad på ei side av stengelen vokser aldri fram før det foregående på samme side er ferdig utviklet. Dermed er det bare to blad i gang med å vokse samtidig, ett på hver side av stengelen. Det eldste bladet på ei plante sitter lengst nede, det yngste øverst. Flaggbladet eller skottbladet er det øverste bladet på en stengel før den skal danne aks.



Figur 7.2. Eksempel på blad som er bretta og blad som er rulla. Kilde: Skår (1999).



Figur 7.3. Lengde på bladslire og bladplate hos blad øverst på strået og nedover. Kilde: Skjelvåg (1974).

7.2 FAKTORER SOM VIRKER INN PÅ FRAMVEKSTEN AV BLAD.

- Lysintensitet. Bedre lystilgang stimulerer framveksten av nye blad. Hos raigrass ble det stor økning i framvekst av nye blad når lysintensiteten økte fra 1000 til 2000 lux. Med ytterligere økning av lysintensiteten økte framvekst av blad ennå litt.
- Temperatur. Framvekst av nye blad påvirkes mye av variasjonen i temperatur. I et forsøk ble det oppnådd følgende:

Temperatur	Antall nye, synlige blad hver uke	
	Sommerforsøk	Høstforsøk
9 °C		0,66
12 °C	0,99	0,81
15 °C	1,20	0,94
18 °C	1,32	0,96
21 °C	1,32	0,96
24 °C	1,42	

Vi ser at det med en gitt temperaturøkning (3°C) ble flere nye blad om sommeren enn om høsten. Det kommer av at det er mindre lys om høsten. Og lysintensiteten spiller en betydelig rolle (se forrige punkt).

- Næringstilgang. God tilgang på næring gir større, kraftigere og mer varige blad, men det blir ikke flere blad per uke.

7.3 FAKTORER SOM VIRKER INN PÅ STØRRELSEN AV BLADA.

- De første (nederste) blada på ei grasplante er minst. Så øker størrelsen oppover strået inntil planta skal lage blomsterstand. Fortsatt øker lengda på bladslira, men nå minker bladplata (figur 7.3).
- Temperatur, daglengde og lys har betydning for bladveksten. Men det er som kjent lite vi kan gjøre for å styre disse faktorene.
- Næringstilgang. Vi har alt kommentert at god tilgang på næring gir større, kraftigere og mer varige blad. Det som betyr mer er at god næringstilgang fører til flere skudd per plante. Hvert skudd har egne blad, og dette gir stor økning i bladmassen.

7.4 LEVEALDEREN TIL BLADA.

Blad hos gras har kort levetid sammenligna med tofrøblada planter. Nye blad overtar assimilata fra de eldre blada når disse starter aldringen. Vi bruker uttrykket assimilata om den næringa som er produsert i fotosyntesen eller assimilasjonen. Planta vil aldri bruke ressurser på å forsyne eldre, døende blad med næring. Aldringen starter fra bladspissen.

Fotosyntesen i et blad er størst like før bladet har nådd full størrelse. Så avtar den sakte ei stund, men nedgangen blir raskere etter hvert som aldringa skrider framover. Det normale er at det er fra 3 til 6 levende blad på et skudd.

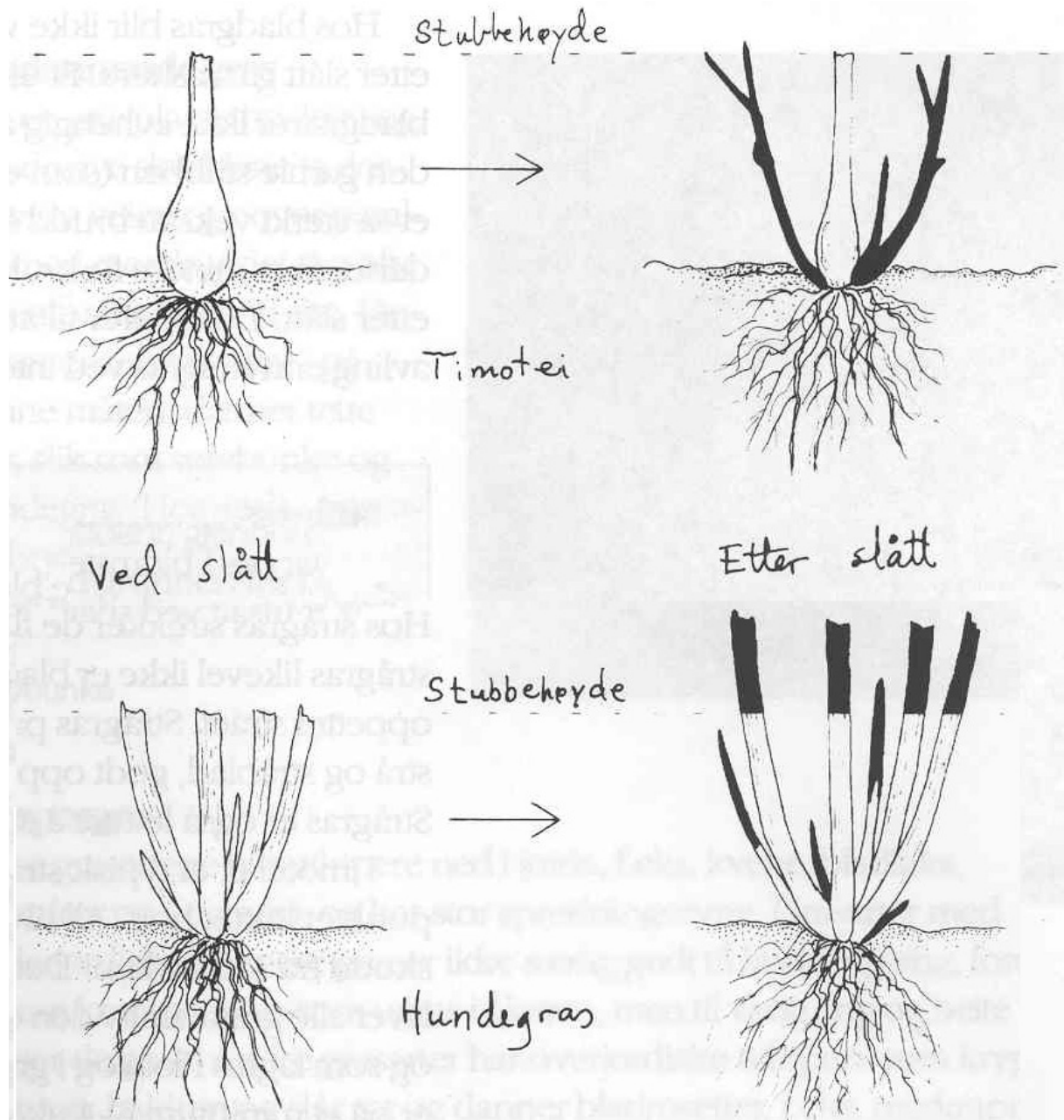
Når ei grasplante har vokst 40 til 60 dager vil aldringa av de eldste blada nederst på stengelen være godt i gang. Det blir først synlig i bladspissene. Næringa i bladet transporteres vekk til andre deler av planten.

Lysintensiteten ved nederste delen av planta er beskjedent. Bladmassen begynner å visne og gulne. Av og til kommer det også brunfarge. Kvaliteten på denne delen av planta er nå i ferd med å avta raskt. Fuktig vær og legde vil forverre situasjonen. Det kommer også lett sopper og andre organismer som starter nedbrytingen av bladvevet. Sjøl om bladene i toppen av planta ennå vokser, vil den netto tilveksten avta. Dessuten går kvaliteten ned. Avlinga må derfor høstes slik at ny vekst kan komme i gang.

8. STENGLER OG VEKST HOS STENGLER.

8.1 BLADGRAS OG STRÅGRAS.

Det er ikke noe skarpt skille mellom strågras og bladgras, men mye av forskjellene på de ulike grasartene er knytta til denne egenskapen. Figur 8.1 viser hvor forskjellig strågras og bladgras oppfører seg etter slått.



Figur 8.1. Strågras og bladgras ved høsting og gjenveksten etterpå. Kilde: Skår (1999).

Hos **strågras** strekker de fleste skudda seg til strå. De er likevel ikke bladfattige, for de har store blad oppover strået. Strået gjør sitt til at strågrasa bærer avlinga godt opp fra bakken, og det gjør det enkelt å få tak i avlinga ved slått. De egner seg derfor godt til slåttegras, og er også lett å tørke til høy. De taper seg relativt raskt i næringsverdi etter skyting.

Strågras er ømfintlig for snaubeiting og lav stubbing, særlig seint på høsten. Dette kan føre til stor uttynning i løpet av vinteren. Dette kommer av at ved høsting kan vekstpunktet bli skadd eller kutta bort.

Ny tilvekst hos strågras skjer ved at det dannes nye skudd fra basis av planta, og til dette nyttes næringsreserver som er bygd opp tidligere. Det tar 3-4 uker etter høsting før lagret for opplagsnæring begynner å fylles opp igjen. Timotei, strandrør og bladfaks er typiske strågras. Timotei har en løkforma utsvelling på strået helt ned på bakken. Den kalles haplokorm.

Bladgras har mye blad og få strå, og egner seg godt til beitegras. Dyra liker bladrike grasarter bedre enn strårike. Blada er mer næringsrik og lettfordøyelig enn strået. Bladgras er ikke avhengig av å sette nye sideskudd etter slått, men fortsetter veksten ut fra det som står igjen av det bladet som er kutta, og har mindre behov for opplagsnæring til ny skuddutvikling. De kommer derfor raskere i vekst etter slått enn strågrasa, og tåler hyppigere høsting (og beiting) og lågere stubbing og kan gi større avlinger. Eksempler på bladgras er engsvingel, hundegras og engrapp.

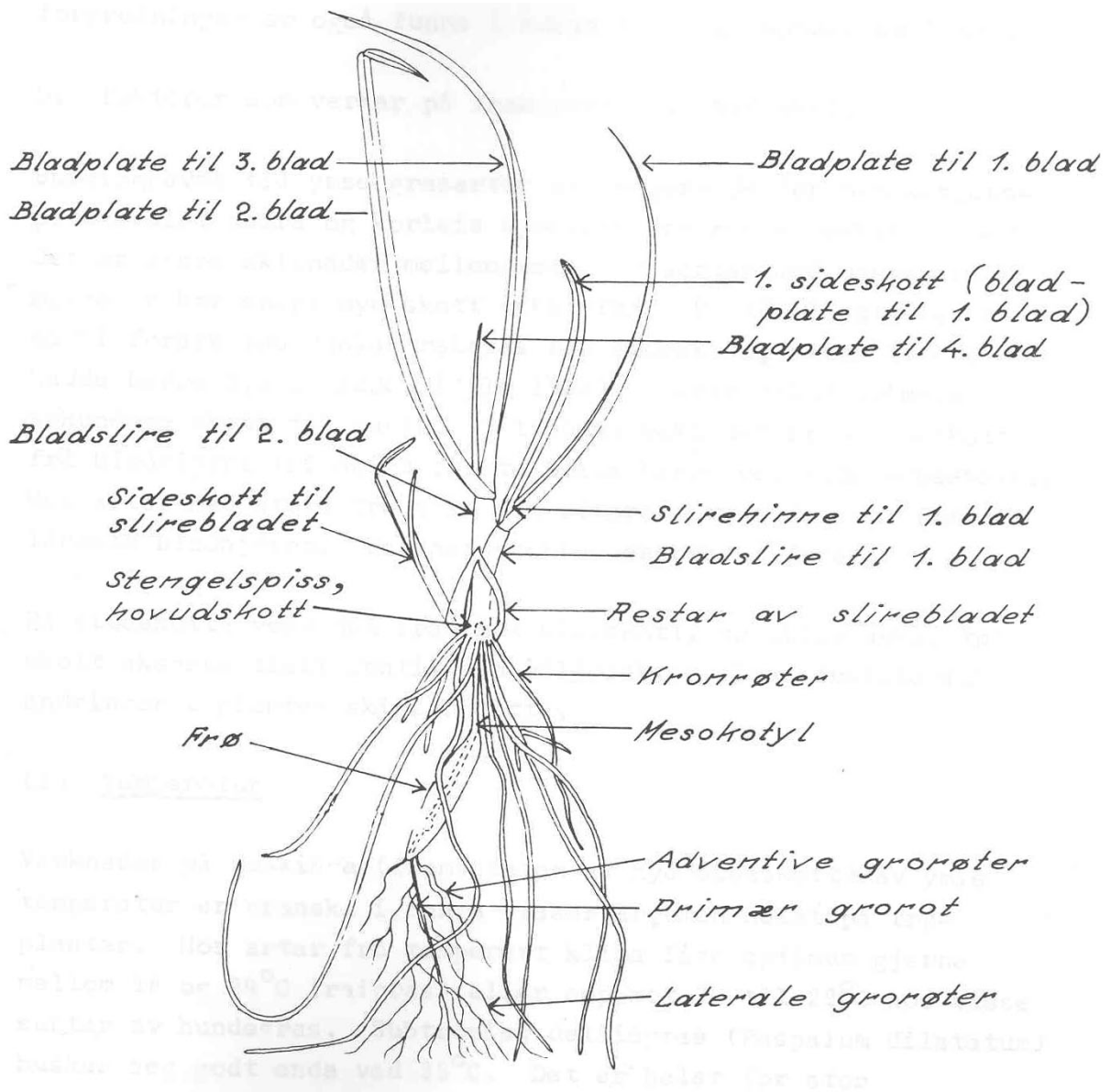
Til beite vil vi oftest velge frøblandinger som kun er sammensatt av bladgras, mens til høy og siloeng vil frøblandinga ofte være sammensatt av både blad- og strågras. I kombinasjon kan vi utnytte de positive egenskapene til begge disse typene, og i ei eng som skal vare i flere år vil de over tid kunne utfylle hverandre.

8.2 FAKTORER SOM VIRKER INN PÅ VEKSTEN AV DET ENKELTE STRÅET.

- Genetiske forskjeller. Når graset strekker opp strået løftes også bladverket opp og bladverket fordeles fra bakkenivå til toppen av strået. Dette har avgjørende betydning for hvor mye lys bladmassen samler og dermed på produksjonen. De ulike grastypene oppfører seg ganske ulikt med stengelsegning og strekking.
- Temperatur, daglengde og lys har stor betydning for det vi kaller faseskiftet. Faseskiftet er overgangen fra vegetativ til generativ fase, altså til det å sette aks, blomstre og lage frø eller avkom. Vi går ikke nærmere inn på dette i dette faget, men dette er et interessant kapittel i plantefysiologien.
- Næringsstilgangen har også betydning for faseskiftet, men dette er av mindre interesse. Vi høster som oftest planta før frøsetting.

8.3 FAKTORER SOM VIRKER INN PÅ DANNELSE AV SIDESKUDD (BUSKING).

Figur 8.2 viser noen av de viktigste organa hos ei ung grasplante.



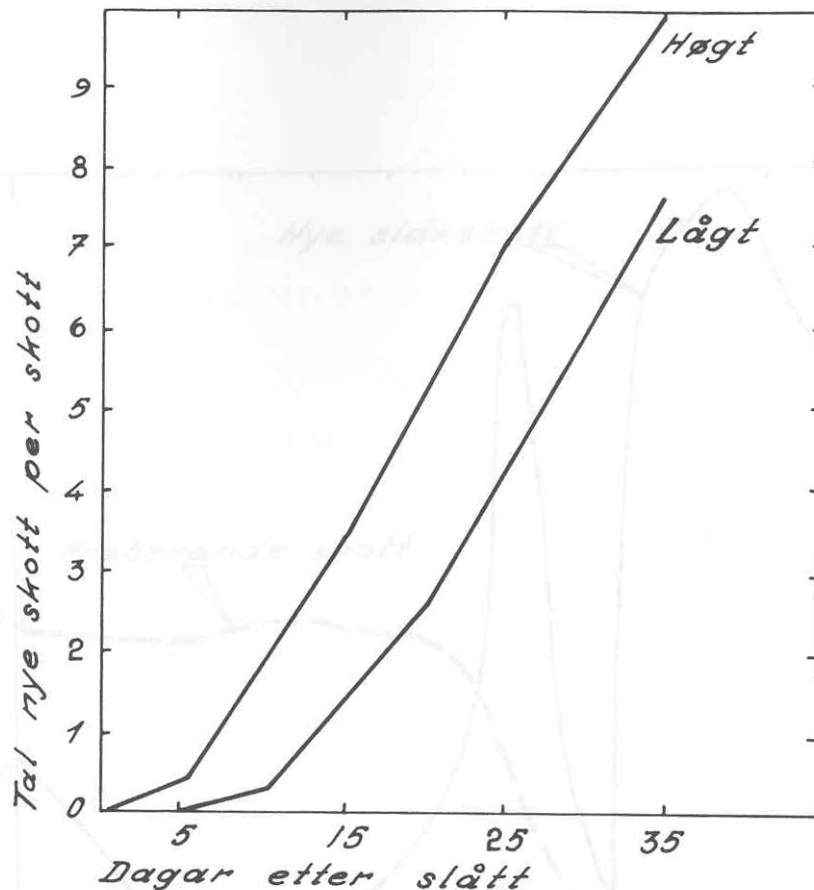
Figur 8.2. Ung plante av raigras med navn på viktige deler av planta. Kilde: Skjelvåg (1974) Framvekst av nye skudd kaller vi busking, og dette har avgjørende betydning for avlingsmengden i eng.

- Temperaturen har stor betydning også for buskinga. Hos gras på våre breddegrader er en temperatur i området 18 til 24 °C nokså optimal. Blir det varmere reduseres buskinga, og det blir færre strå i enga.
- Lyset er også viktig. Blir det for lite lys vil produksjonen av KH avta, og planta reduserer dannelsen av nye skudd.

- Næringstilgang. God tilgang på N, P og K stimulerer planta til å lage flere skudd. Dette er en av virkningene av riktig gjødsling, og har stor innvirkning på størrelsen av grasavlinga.

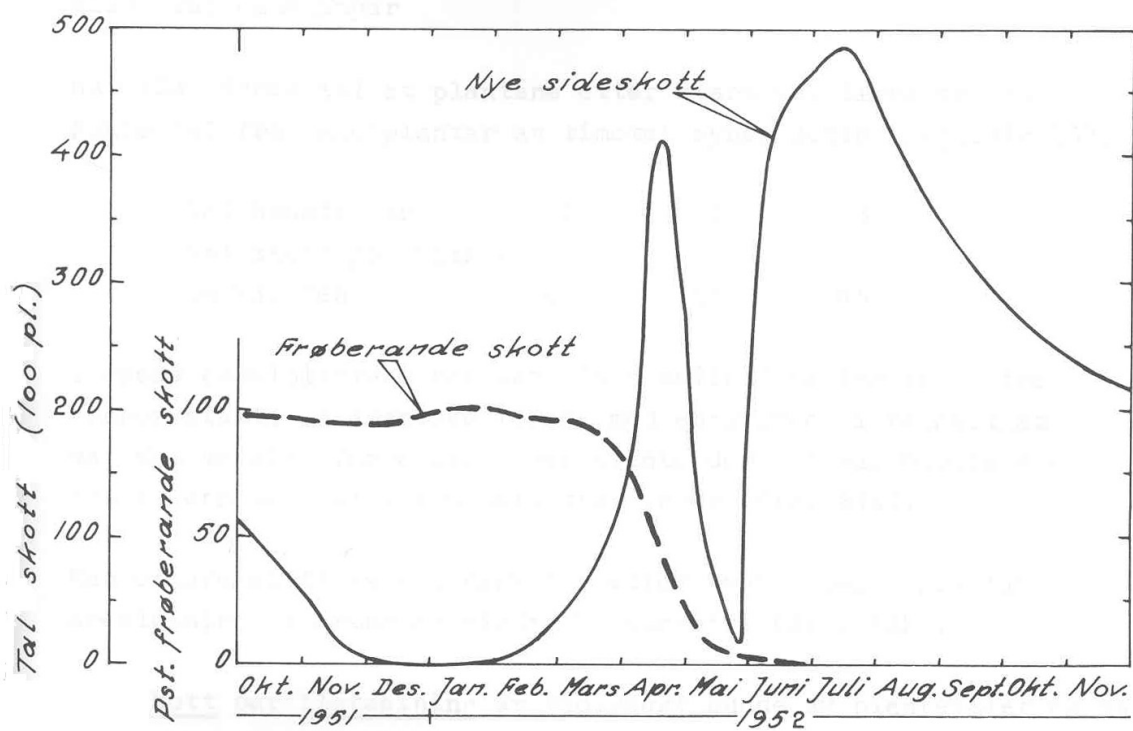
I et forsøk med hundegras ble det en økning fra 13 skudd per plante til 18 skudd per plante når det ble gitt 12 kg N per daa. Dersom en har flere grasarter i blanding kan virkningen bli ulik hos de forskjellige grasartene. I et forsøk i Rogaland ble 28 kg N per daa sammenligna med 16 kg N. Da ble det en liten økning i antall skudd hos timotei og en liten nedgang hos engsvingel/raigras når timotei, engsvingel og raigras ble dyrka sammen. Men utslaget var lite.

- Tilgang på vatn. Tørke vil hemme dannelsen av nye skudd.
- Reserve KH. I figur 8.3 ser vi at hvis ei plante med lågt innhold av reserve KH blir høsta, dannes det færre nye skudd enn om planta har høgt innhold av KH.



Figur 8.3. Antall nye skudd hos planter med lågt henholdsvis høgt innhold av reservekarbohydrat. Kilde: Skjelvåg (1974)

- Årstid. Figur 8.4 har mest interesse for den som dyrker frø. De 100 plantene utvikla mange nye sideskudd omtrent på den tida hovedskudda holdt på å dø (april). Når denne runden var over kom det en ny bølge med sideskudd (juni/juli), med ennå flere skudd enn i første runde. Dette forsøket stammer fra England, og kan ikke uten videre overføres til vårt klima, men det viser at årstida også virker inn på dannelse av nye sideskudd (busking).



Figur 8.4. Framvekst av nye sideskudd hos 100 timoteiplanter sådd i september. Forsøket er ikke fra norsk klima. Kilde: Skjelvåg (1974)

- Antall høstinger. Når vi høster vil planta miste alle skudda og må starte på nytt. Høster vi ofte vil antall skudd gå ned mye, slik dette forsøket viser:

Antall høstinger per sommer	1	2	3
Antall skudd per plante om høsten	65	50	45

- Stubbhøgde. Dersom vi høster ofte vil låg stubbing føre til færre skudd per plante og færre skudd per m² i enga. Men blir det høsta sjelden, er stubbhøgda av mindre betydning.

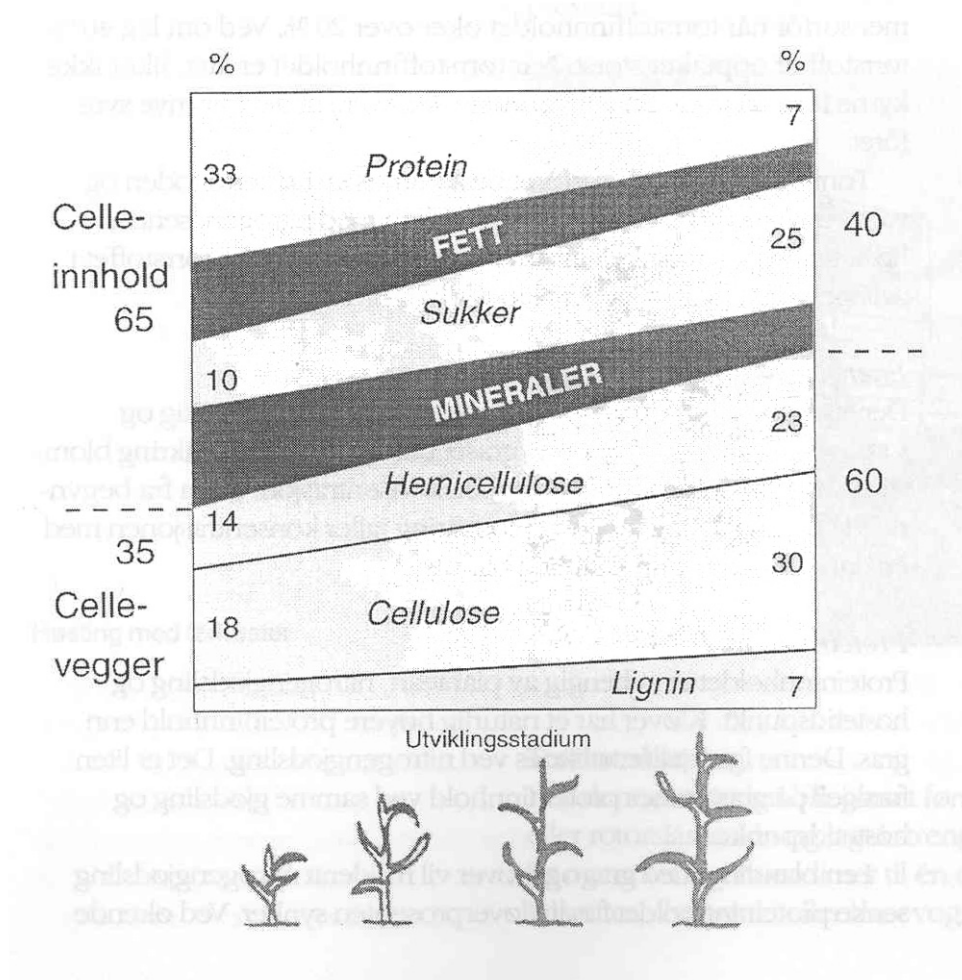
9. KARBOHYDRAT HOS GRAS.

Karbohydrat (KH) hos plantene kan deles i to grupper:

- Strukturelle KH som utgjør skjelettet, altså støttevevet som holder planta oppe
- Reserve KH, som er transportable eller lett kan bli transportable.

9.1 STRUKTURELLE KARBOHYDRAT.

Til denne gruppa hører celleveggstoffene cellulose, hemicellulose og pektin. Sammen med disse omtales også lignin. Lignin er ikke et KH, men det opptrer sammen med celleveggstoffene og er viktig for å forstå fordøyelsen av celleveggene. Merk at i ernæringsfaget brukes uttrykket NDF, som vi grovt sett kan omsette med celleveggstoff (NDF = neutral detergent fibers).



Figur 9.1. Kjemisk sammensetning hos gras ved ulike utviklingsstadier. Kilde: Skår (1999).

Figuren 9.1 viser at celleveggene utgjør omkring 35 % av grastørrstoffet i unge planter, og at dette stiger til om lag 60 % etter hvert som graset blir eldre. Pektin er ikke med på figuren, men utgjør alltid bare en beskjeden mengde.

Noen viktige opplysninger om de strukturelle KH:

- Cellulosemolekylet er kjempestort og består av opp til 5000 glukosemolekyl som er kjeda sammen med β – bindinger. Hvert glukosemolekyl inneholde 6 C-atomer. Innholdet av cellulose i gras varierer mellom 15 og 35 % alt etter hvilket utviklingsstadium planta er på. Cellulosemolekylet kan ikke brytes ned (fordøyes) av enmaga dyr. Drøvtyggerne har en stor mikrobiell fordøyelse i vom, nettmage og bladmage, og mikrobene er i stand til å knekke β – bindingene. Gras kan derfor bare fordøyes av flermaga dyr eller andre dyr med mikrobiell fordøyelse, for eksempel hest (med stor blindtarm/tykktarm).
- Molekylet i hemicellulose er også stort. Det består av monosakkarider der noen har 6 C- atomer (galaktose, fruktose) eller 5 C-atomer (xylose, arabinose). Hemicellulose kan heller ikke fordøyes av enmaga dyr.
- Pektin utgjør normalt under 1 % og regnes ikke å være fordøyelig.
- Lignin nevnes fordi dette stoffet er med på å hindre mikrobene i å få tak i cellulosen når de skal spalte den. Lignin er ikke et KH, men regnes med blant KH i fôranalysen på grunn av tett binding til cellulose og hemicellulose.

9.2 RESERVEKARBOHYDRAT.

Med et annet ord kan vi kalle denne gruppa sakkarider eller sukkerstoffer. Vi finner mange ulike former. Sukkerstoffene er planta sin reserve. Dette er næringsstoffer som planta trenger til å sette nye skudd når det gamle høstes eller dør. De ulike artene har hver sin strategi for å kunne sette nye skudd. Noen lagrer reservene i rota eller i jordstengler, noen i en haplokorm, noen i de nederste bladslirene, og veldig mange i stubben, dvs den nederste delen av strået. De typiske rotvekstene som kålrot, neper og betar lagrer store mengder av disse stoffene i røttene.

- Monosakkaridene er de enkle suktermolekylene av glukose, fruktose, galaktose og ribose. Disse stammer mer og mindre direkte fra fotosyntesen. Det er vanligvis rundt 1 % fruktose og litt mer glukose i tørrstoff hos grasplantene, både i rot og tue. Men i stubben av timotei er det funnet helt opp til 4 %.
- Oligosakkaridene er et felles ord for mange suktermolekyl. Disakkaridene består av to monosakkarider, trisakkaridene består av tre monosakkarider, tetrasakkaridene består

av fire osv. Sakkarose eller rørsukker er det mye av (1,5 – 3 %) i stubb hos mange grasarter.

- Polysakkaridene er et felles ord for mange forskjellige store molekyl. Det er to stoffgrupper som dominerer:
 - a). Fruktan er bygd opp av fruktosemolekyl og er det viktigste reservekarbohydratet i gras på våre breddegrader. I timotei er det ulik polymeringsgrad i forskjellige deler av planta:

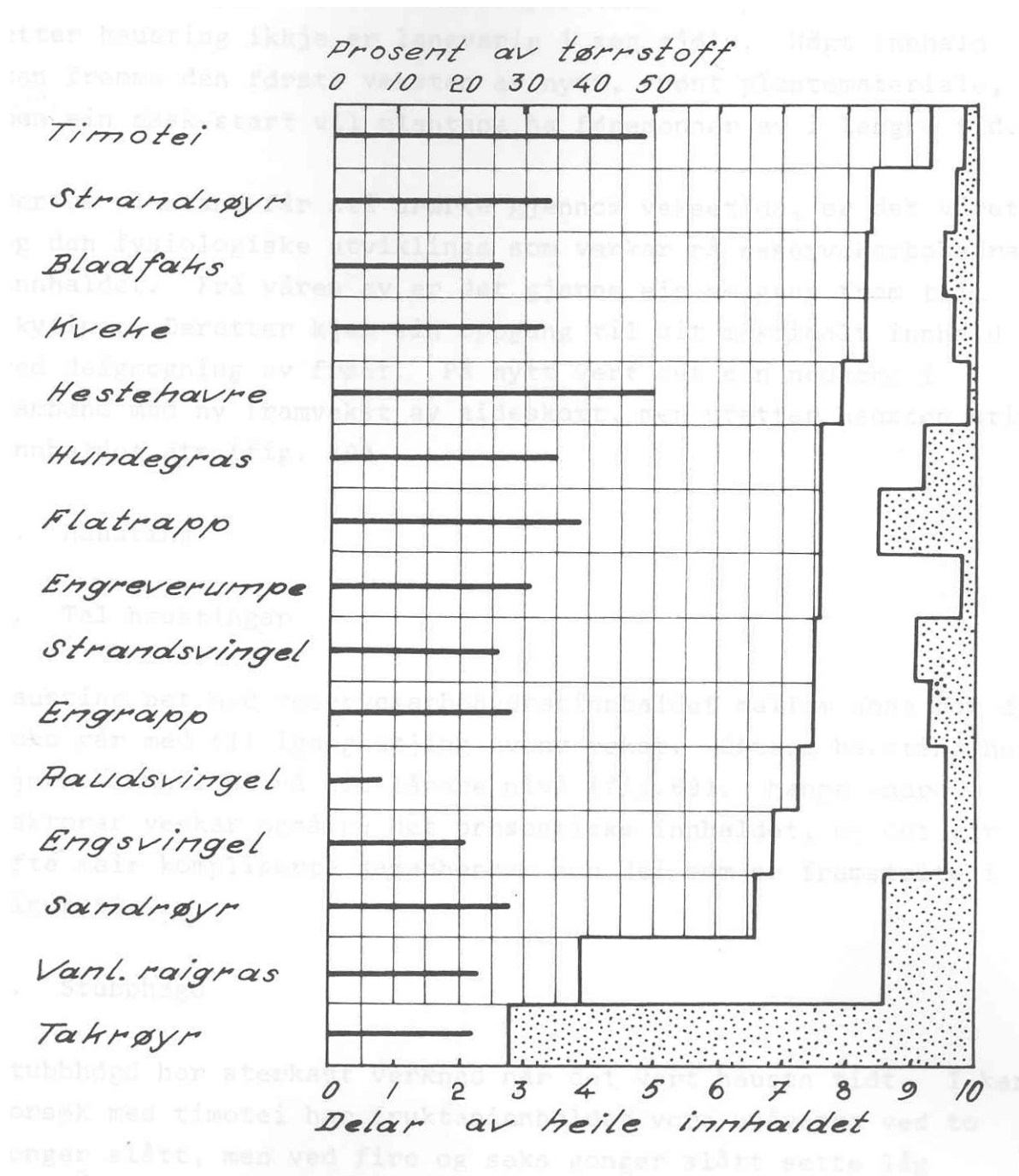
I røttene: Polymeringsgrad 18. Der finner vi altså fruktan som består av 18 fruktosemolekyl.

I bladverket: Polymeringsgrad 35-50. Der finner vi altså fruktan som består av 35-50 fruktosemolekyl.

I haplokorm: Polymeringsgrad 260. Der finner vi altså fruktan som består av 260 fruktosemolekyl.

- b). Stivelse er bygd opp av et stort antall glukosemolekyl, men her er de bundet sammen med en α – binding. Dette gjør at molekylet kan også fordøyes av enmaga dyr og mennesker. Stivelsemolekylet er enten ugreina (amylose) eller greina (amylopektin). Stivelse finnes i størst konsentrasjon i frøet (se figur om dette forrige forelesning), men det finnes i mindre mengder som ordinær reserve i rot, strå og stengler. Poteter og andre knollvekster lagrer stivelse i store mengder i knollene.

Figur 9.2 viser at de ulike grasartene både inneholder ulike slags KH og ulike mengder. Dessuten har vi sett at innholdet varierer sterkt med utviklingsstadiet.



Figur 9.2. Innhold av stivelse (prikket), sukker (blankt) og fruktan (mørk strek) i nedre del av stengelen hos ulike gras. Kilde: Skjelvåg (1974).

Reservekarbohydratene har viktige funksjoner både i forbindelse med gjenvekst etter slått og evne til å overvintre godt. Dette er viktige egenskaper ved alle flerårige planter, og som hører med ved gjennomgangen av grasartene og engbelgvekstene.

10. ENG, GRØNNFØRVEKSTER OG ROTVEKSTER. BEGREPSAVKLARING.

Fôrmidlene i husdyrfôringa deler vi inn i to hovedtyper, grovfôr og kraftfôr. Grovfôrvekster er et samlenavn for engvekstene, beitevekstene, grønnfôrvekstene og rotvekstene. Vi skal kort presentere en inndeling av grovfôrvekstene.

10.1 ENG OG BEITE

Grasmark kan brukes som samlebegrep for ulike typer av eng og beite. I Norge utgjør eng og beite om lag 60 % av det totale jordbruksarealet som er i drift. Eng og beitearealene består av flerårige grasarter og engbelgvekster, som også er flerårig. Dessuten er det ofte ugras både i eng og beite. Særlig i udyrka beite kan det også være starr, frytle, urter, lauvtre, osv som dyra beiter på, og som vi ikke vil omtale som ugras.

Vi kan skille mellom flere typer av eng og beite.

- **Varig eng** kaller vi det når enga ligger uten fornying i mange år (10 år). Dette kan være overflatedyrka eller fulldyrka arealer, og etter hvert blir det lite igjen av de artene vi opprinnelig sådde. Slik eng blir gjødsla og kalka på overflata og i enkelte tilfelle også ugrassprøyta. Om lag en fjerdedel av engarealet finnes som varig eng, mens på Vestlandet og i Nord-Norge utgjør slik eng hele 70-90 % av engarealet.
- **Kortvarig eng** ligger oftest 3-5 år etter tilsåing før den blir ompløgd. Slik eng finner vi i de beste jordbruksområda der det er lett å få etablert ny eng etter ompløying av den gamle. Denne enga gir store avlinger i de første åra etter tilsåing. Etter 3 – 4 år begynner produksjonen å gå ned. Dette skyldes delvis den intensive driftsmåten, med sterk N-gjødsling, mange slåtter, osv som fører til at de artene vi sådde går ut.
- **Kulturbeite** er oftest tilsådd med beiteplanter og gjødsles og stelles for å gi fullverdig beite til husdyra..
- **Naturbeite** kan være mange ulike arealer, så som seterbeiter, hamnehager, myrer, strandenger m.m. Slike beiter er oftest ikke tilsådd, og består av planter som har etablert seg naturlig. I slike beiter er det som regel langt mindre produksjon og dårligere kvalitet enn i kulturbeiter, men det finnes også eksempler på frodig, rik beitemark med slik opprinnelse.

Det normale er at dyrka jord som skal brukes til eng blir tilsådd med flerårige arter, oftest frøblandinger som består av grasarter og engbelgvekster. Valg av arter og sorter avhenger hva enga skal brukes til. Vi snakker derfor om høy- og silovekster, og om beitevekster. Vi kan også snakke om vekster til flerårig eng og beite samt arter som passer til kortvarig eng.

Eksempler:

Høy/siloblanding til kortvarig eng: Timotei + engsvingel + rødkløver

Langvarig beite og slåttemark: Engrapp + engkvein + rødsvingel + kvitkløver

Det er fort å blande sammen begrepa når vi snakker grasartene i enga og gras som brukes til grønnfôr. Innafor slekta raigras finnes det nemlig både en flerårig type (engelsk raigras), en toårig type (italiensk raigras) og en ettårig type (Westerwoldsk raigras). Den flerårige typen brukes i flerårig eng, de to siste brukes som grønnfôr.

10.2 GJENLEGG OG ENGÅR

Vi kaller det gjenlegg når vi sår engfrø for å lage flerårig eng. Såingsåret kalles gjenleggsåret. Gjenlegg kan sås om våren, sommeren eller om høsten, og det kan sås i reinbestand (vi sår bare engfrø) eller sammen med en dekkvekst (korn til modning eller grønnfôrvekster). Første året enga er i produksjon, dvs. året etter gjenleggsåret kalles for første engår, neste år andre engår osv.

10.3 GRØNNFÔRVEKSTER

Grønnfôrvekster er et samlenavn for vekster som dyrkes for en vekstsesong. De høstes før de blir modne på et utviklingsstadium der den totale vegetative avlinga er størst. De fôres som regel opp i frisk tilstand, og gir godt tilskottsfor på ettersommeren og høsten. Flere plantefamilier er representert under uttrykket grønnfôrvekster. Raigras, bygg og havre tilhører grasfamilien, og de to siste kan også dyrkes fram til modning og da under fellesnavnet kornarter. Ellers tilhører flere av grønnfôrvekstene korsblomsfamilien, så som forraps, grønnfôrnepe og formargkål.

Grønnfôrvekster kan dyrkes i reinbestand eller i blandinger med hverandre. Fordeler med å ta inn grønnfôrvekster i et vekstskifte framfor ensidig eng- og beitedyrking er bl.a. at de gir verdifullt tilskottsfor på ettersommeren og høsten og at de utnytter til dels store mengder husdyrgjødsel godt. Fordi de blir sådd i åpen åker om våren blir det gode muligheter til å molde ned gjødsel og kalk i jorda. Dette får vi ikke gjort der vi har bare eng som sjelden eller aldri blir pløgd.

10.4 ROTVEKSTER

Botanisk sett er rotvekstene to-årige. Første året lager planta en rotknoll. Rotknollen er lagringsorgan for næringsstoffer som skal brukes i den generative utviklinga (utvikling av stengel, blomst og frø) året etter. Vi høster rotvekstene om høsten første året for å bruke rotknollen til fôr. Vi dyrker rotvekstene derfor som en ettårig kultur. Bladverket kan også nyttes til fôr, enten ved fôring i frisk tilstand eller det kan ensileres for senere bruk. Rotknollene kan lagres og brukes som tilskottsfor utover høsten og vinteren.

De rotvekstene som dyrkes i vårt land er nepe og kålrot, som tilhører korsblomstfamilien, samt bete, tilhørende meldefamilien. Nepe egner seg best for oppfôring i frisk tilstand eller for korttids lagring, mens kålrot og bete tåler lengre tids lagring, og gir et fôr som inneholder mer tørrstoff og protein enn nepe. Generelt stiller rotvekstene større krav til jord og dyrkingsteknikk enn grasmark, men de kan også gi større avlinger. De krever investeringer i spesielle maskiner og lagringsplass. Maskinene brukes kun i korte tidsrom på hver gård og det ligger derfor godt til rette for maskinsamarbeid.

10.5 VEKSTSKIFTE OG OMLØP

Med vekstskifte menes at ulike vekster blir dyrka etter hverandre på de ulike jordene (skiftene) på gården. Vekstrekkefølgen følger en bestemt plan, og dersom eiendommen deles opp i om lag like store skifter er det enklere å gjennomføre et planlagt vekstskifte.

Ensidig drift er motstykket til vekstskifte, og går ut på at samme vekst dyrkes på samme skifte i flere år etter hverandre. Dette er ofte tilfellet på gårder der det kun dyrkes korn. På en gård med grovfôrproduksjon er det lettere å få til vekstskifte, og det gir mange fordeler framfor ensidig drift. De viktigste positive effektene av vekstskifte er: Mindre problem med skadegjørere (ugras, sjukdommer og skadedyr), bevarer det organiske materialet bedre i jorda, bedre utnyttelse av næringa i jorda og positiv effekt på jordstrukturen.

På en gård med husdyrproduksjoner vil grovfôrproduksjonen være den viktigste planteproduksjonen. Enga (grasmarka) er alltid viktigst i grovfôrdyrkinga, men for å få til et vekstskifte er det viktig å ta inn både rot- og grønnfôrvekster i tillegg.

Eksempler på vekstskifte på en gård med grovfôr som hovedproduksjon:

1. år: Gjenlegg til eng med grønnfôr (eks. bygg) som dekkvekst
 2. år: 1. års eng
 3. år: 2. års eng
 4. år: 3. års eng
 5. år: Grønnfôr/rotvekster
 1. år: Gjenlegg til eng
 2. år: 1. års eng
- osv.

Vekstrekkefølgen kaller vi for omløpsplan for det enkelte skifte. Omløpsplanen ovenfor gjelder for ett enkelt skifte. Dersom vi skal sette opp en vekstskifteplan for hele gården må den omfatte alle skiftene, og ideelt skal omløpsplanen være lik for alle skiftene. Dersom skiftene på gården i tillegg er like store, vil det bli enklere å sette opp en plan som ivaretar behovet for å ha en viss mengde av de ulike grovfôrvekstene hvert år.

11. GRAS OG ENGBELGVEKSTER I ENG

Dette er et stort og viktig tema, men det blir ikke omhandla i dette kompendiet. Grasartene er omtalt i de fleste oppslagsverk om plantedyrking, i Plantekultur 2003-2004 fra Felleskjøpet, og i Håndbok i plantekultur. Vær spesielt oppmerksom på databasen felleskjøpet <http://www.fk.no/article/view/1226>.

Engbelgvekstene omfatter rødkløver og kvitkløver som de mest aktuelle, men alsikekløver og luserne hører med. Merk: I ettårige kulturer kommer det flere i tillegg. Alle er godt omtalt i andre bøker og blir ikke omhandla i dette kompendiet. Se for eksempel Skår (1999), Skøien (1997), Plantekultur fra Felleskjøpet 2003-2004 og Håndbok i plantekultur. Vær spesielt oppmerksom på databasen til felleskjøpet <http://www.fk.no/article/view/1226>.

12. FRØBLANDINGER.

Vi må også behandle dette avsnittet kort og summarisk, og vise til andre lærebøker, for eksempel Skår (1999), Skøien (1997), til Plantekultur 2003-2004 fra Felleskjøpet og til Håndbok i plantekultur.

Ved valg av frøblanding må en forsøke å ta en helhetsvurdering på gården. Det er mange forhold som spiller inn, og vi må kommentere de viktigste.

1. Hvordan er klimaet, beliggenhet i landet? Figur fra Felleskjøpet: Plantekultur 2003 – 2004, side 108. De klimatiske forholda der vi skal så eng er avgjørende for hvor stor frihet vi har. Er vi i ei fjellbygd må vi forholde oss til det, er vi ute ved kysten langt sør i landet er mulighetene langt større. Figuren viser landet delt inn i 5 soner, og felleskjøpet tilpasser frøblandinger for disse 5. Men de lokalklimatiske forholda på den enkelte gården kan være slik at vi kan velge mer krevende engvekster enn det som er gjengs i distriktet. Det motsatte kan også forekomme.

2. Nedbør og jordart. Det er særlig grunn til å tenke på områder med lite nedbør. Spesielt nord i Gudbrandsdalen og somme andre steder regner det svært lite, og dette er med og bestemmer hvilke grasarter vi bør så i enga.

Jordarten kan være avgjørende. Spesielt tenker vi ren myrjord og skarp sandjord. Begge disse jordtypene kan gi problemer for enkelte arter, og dem bør vi unngå. Kanskje er bæreevnen på myra så svak at vi må forbedre den med å velge en grasart med mye utløpere under bakken som kan armere jorda.

3. Hva skal avlinga brukes til? Til eng som skal brukes til høy velger vi andre arter enn der vi har tenkt å beite eller høste til surfôr. Det kan til og med hende vi velger en spesiell blanding der vi skal produsere høy til hest. Det er ikke alltid vi vet nøyaktig hva vi skal bruke avlinga til, og da er det greit å velge ei blanding som fungerer for flere formål.

4. Skal enga brukes intensivt eller ekstensivt? Hvis vi skal bruke enga til intensiv drift med mange høstinger hver sommer og sterk gjødsling må vi velge andre planteslag enn om vi driver mer ekstensivt med sjeldnere høstinger og svakere gjødsling. De ulike artene tåler ikke intensiv drift like godt.

5. Skal enga vare i mange år? Hvis målet er svært varig eng velger vi ikke samme blanding som der vi planlegger 3 eller 4 engår.

6. Skal vi så engbelgvekster eller ikke? Dette har betydning for gjødsling, proteinavling, høstetid, anvendelse av avlinga osv.

7. Inngår enga i økologisk dyrking? Felles for all engdyrking innafor økologiske driftsopplegg er at engbelgvekstene brukes i større omfang. Disse fikserer sitt eget nitrogen ved hjelp av rhizobium-bakterien, og dette er helt avgjørende for avlingsnivået der du ikke kan gjødsle med mineralisert gjødsel. Det finnes egne blandinger for gårder i økologisk drift, og du vil se at kløver inngår i større mengder her enn ellers.

13. FORNYING AV ENG. GJENLEGG.

Såing av engfrø for å lage ny flerårig eng kaller vi gjenlegg, nynorsk attlegg. Vi bruker ikke denne betegnelsen når vi sår ettårig raigras som bare vokser i såingsåret med påfølgende pløying.

13.1. HVORFOR MÅ VI SÅ GJENLEGG?

I eldre tider, før om lag 1850, ble mye av dyrkajorda brukt til å dyrke korn, som oftest mange år etter hverandre. Mangelfull gjødsling førte til at jorda etter hvert ble utpint. Avlinga ble lita. Så lot de jorda få ligge i fred i ett eller flere år og satte opp et gjerde rundt slik at dyra kunne gå der. Det har gitt opphavet til uttrykket ”træde” som ennå brukes i somme dialekter om eng (træde, der dyra trådde). Når ”træde” varte i flere år ble det kalt ”ækre”, og dette ordet brukes fortsatt om eng. Denne enga besto av ville planter som vandret inn på naturlig måte. Vi snakker om natureng. Mange av plantene var ulike grasarter som spirte fra frø produsert i naturen i området rundt omkring den dyrka jorda. Det var ikke bare gras i enga, men også mange andre slags planter. Mange av dem vil vi i dag kalle ugras.

Men de sådde ikke ny eng, de lot jorda bare ligge for fevot eller brakk. Etter hvert vokste den til med det som var naturlig på stedet, og dette kunne høstes til vinterfôr. Gradvis gjenvant jorda produksjonsevnen. Etter en slik periode (ett eller flere år) kunne de spa eller arde den opp på nytt og dyrke korn.

Vi legger merke til at ploegen var viktig for å kunne endre den gamle praksisen. Det var overkommelig også med de gamle trederskapene å arbeide jorda der det hadde vært korn året før. Dermed fikk de et såbedd der frøet kunne spire. Men etter flere engår var det et slit å vende jorda. Gode jernploger var grunnlaget for bedre engdyrking.

Planmessig såing av eng kommer først i vanlig bruk fra siste halvdel av 1800-tallet. Engvekstene ble på sett og vis akseptert på like fot med kornet. Da begynte noen av bøndene å samle på frø fra gras de gjerne ville ha i enga og så dette planmessig i den jorda de ville ha eng. Selskapet for Norges Vel bidro mye til denne utviklinga. Denne enga var i en viss forstand etablert på kunstig vis, og noen kalte det kunsteng til forskjell fra natureng. Fra da ble engdyrking noe helt annet. Enga ble en viktig del av produksjonsopplegget på gården. Nye og forbedra plogtyper gjorde det mulig å veksle mellom eng og åker på en helt annen måte enn før. Gården kunne ha et vekstskifte. Gjødsla ble bedre utnytta. Vekstskifte og gjødsling førte til langt bedre avlinger.

Fra da av utgjør avlinga fra enga hovedfôret til husdyra. Før den tid kom mesteparten av fôret fra beite og fra slått av natureng, utslåtter, fjellslått, lauv, bark og mose. Dessuten ble det noe halm fra korndyrkinga, for dyrkajorda ble først og fremst brukt til å dyrke korn.

a). Planlagt vekstskifte.

Det normale er altså at såing av gjenlegg er en planlagt del av driftsopplegget på gården. Vi kan bruke et gårdsbruk uten korndyrking og med stort hold av storfe og/eller småfe som eksempel. Kanskje har gården bruk for all jorda til fôrdyrking, og har følgende femårige omløp:

1. Ettårige grønnfôrvekster på ompløgd eng
2. Gjenlegg med en eller annen dekkvekst
3. Førsteårs eng
4. Andreårs eng
5. Tredjeårs eng. Pløying om høsten etter dette engåret, starte fra toppen neste år.

På en gård med 300 daa jord vil det da hvert år være om lag 60 daa førsteårs eng, 60 daa med andreårs eng og 60 daa med tredjeårs eng. I alt er det da 180 daa eng. Hvert år er det også omlag 60 daa ettårige grønnfôrvekster på ompløgd eng og 60 daa gjenlegg. Det er gunstig om jorda på gården er slik at det er naturlig å dele den i fem om lag like store deler på 60 daa og at jorda der passer til dette opplegget.

Omløpsplanen, eller vekstskifteplanen, vil være forskjellig fra gård til gård, og på noen gårder er det slett ingen fast plan. I alle tilfelle må alt tilpasses jord, klima, topografi, fôrbehov, osv.

b). Utilsikta, men nødvendig fornying av enga

Overvintringsskade. Dersom enga er totalskadd og heilt brun om våren må enga fornyes med pløying eller anna jordarbeiding og såing av nytt gjenlegg.

Sjukdom. Kjøreskader. Jordpakking. Ugrastilstand. Enga kan bli ødelagt eller sterkt skadd av slike årsaker, og da må en vurdere om såing av nytt gjenlegg er bedre enn å la den skadde enga leve videre med låg produksjon som konsekvens.

Artssammensetning. Om vi har planlagt å ha enga for eksempel i 6 år kan det hende at de plantene vi ønsker å ha i enga er mer eller mindre forsvunnet allerede etter 3-4 år. Årsakene til dette kan være så mangt. Hvis timotei og kløver er forsvunnet ligger årsakene ofte i driftsopplegget. Intensiv gjødsling og høsting er en stor påkjenning for disse artene. Hvis vi vil ha disse artene tilbake må vi så på nytt.

13.2. SÅMENGDER.

Anbefalt såmengde avhenger av størrelsen på frøet til den enkelte arten. For timotei og engsvingel anbefales vanligvis rundt 2,5 kg per daa, hundegras litt mer (2,5 – 3,0) og blad-faks 4 – 5 kg. Av frøblandinger med timotei, engsvingel og kløver anbefales 2,0 – 3,0, noen sier 2,5 – 3,0. Hvis du sår 2,5 kg av frøblandingen ”Spire surfôr normal” fra FKT vil det være følgende frøantall:

Timotei 70 %	$2,5\text{kg} * 0,7 = 1,75 \text{ kg} = 1750 \text{ g}$	Tusenfrøvekt 0,5 gram
Engsvingel 20 %	$2,5\text{kg} * 0,2 = 0,50 \text{ kg} = 500 \text{ g}$	Tusenfrøvekt 2,0 gram
Rødkløver	$2,5\text{kg} * 0,1 = 0,25 \text{ kg} = 250 \text{ g}$	Tusenfrøvekt 2,0 gram

$$\text{Antall frø av timotei per daa: } \frac{1750 * 1000}{0,5} = 3.500.000$$

$$\text{Antall frø av engsvingel per daa: } \frac{500 * 1000}{2,0} = 250.000$$

$$\text{Antall frø av rødkløver per daa: } \frac{250 * 1000}{2,0} = 125.000$$

$$\text{Frø i alt: } \underline{\underline{3.875.000}}$$

13.3. ÅRSTID FOR SÅING AV GJENLEGG.

- a). Vår. Det vanligste tidspunktet for såing av gjenlegg er ved normal tid for våronn. Da vil det jordstykket gi en bra avling i gjenleggsåret av dekkveksten hvis en bruker det eller av gjenlegget hvis en ikke sår dekkvekst.
- b). I noen områder er det aktuelt å fornye enga tidlig på sommeren etter at den gamle enga er brukt til vårbeite til sauene. Når sauene er sendt til fjells blir den gamle enga pløgd og deretter blir gjenlegget sådd.
- c). En annen strategi er å pløye den gamle enga rundt 15. - 20. august etter at det er tatt to høstinger med gras. I størstedelen av landet kan en så gjenlegg rundt 20. august med bra resultat. Graset vil etablere seg og klare vinteren rimelig bra, slik at enga er klar for full produksjon neste sommer. I gode strøk kan en så ennå litt seinere. Andre praktiserer å ta ei avling med grønnfôr som høstes i august slik at en kan så gjenlegg i tide før vinteren. I de beste strøka av landet kan en rekke å så gjenlegg etter ei avling med tidlig bygg, i hvert fall hvis det er en god sommer.
- d). I indre høgereliggende strøk kan en så gjenlegg seint om høsten og satse på at frøet ikke spirer før til våren. Stabil vinter med jevn tele gir best resultat. Da spirer frøet om våren og kommer fort i vekst. Hvis det kommer mye mildvær om høsten etter såing vil resultatet bli dårlig.

13.4. VALG AV GJENLEGGSTYPE.

- a). Reint gjenlegg (Gjenlegg uten dekkvekst). Her sår en bare grasfrø uten dekkvekst. Ved såing om sommeren, tidlig høst eller sein høst sår en alltid reint gjenlegg. Ved såing til våronnstid brukes det som regel en eller annen dekkvekst, men ikke alle gjør det. Ved vårsåing får en ei grasavling i august i de fleste strøk av landet. Rogaland og andre gode strøk kan nok få to høstinger i gjenleggsåret. Ved såing av reint gjenlegg om våren må en rekke med en kamp mot ugraset. En kan bruke kjemiske midler, men det kan være nok å pusse gjenlegget med en høstemaskin etter at graset er blitt 15 cm høgt. Da vil storparten av frøgraset kuttes slik at frøsettingen hindres, og graset vil da normalt vinne kampen om vokseplassen.
- b). Med korn til modning som dekkvekst. På gårder med egen korndyrking eller der det er vanlig med korn i distriktet brukes ofte korn til modning som dekkvekst. Det anbefales å ha en tidlig byggsort slik at kornet kan høstes tidlig og halmen fjernes. Da står graset igjen mellom halmstubben, og har hele høsten til å etablere seg før vinteren. Mulige problemer:
1. Hvis du har gjødsla for sterkt så det blir mye blad på kornet som skygger for graset
 2. Hvis det blir legde i kornet som kveler graset
 3. Hvis det blir sein modning på kornet, vanskelig å høste og å få fjerna halmen

Denne måten kan gi godt gjenlegg. Kornet bør sås tidlig, du må ha en tidlig sort, ikke velge korn med mye blad (havre), ikke gjødsle kornet for sterkt osv.

- c). Med grønnfôr som dekkvekst. En må bruke en høvelig grønnfôrvekst som kan høstes rundt august slik at graset får plassen alene fram mot vinteren. Du kan ikke bruke toårig raigras (italiensk raigras). Sjøl om du sår tynt vil det likevel gi masse blad som vokser sterkere utover sommeren og vil kvele gjenlegget før vinteren. Det er mest aktuelt å bruke

korn. Når grønnfôr av havre eller bygg er høsta (ca august) vil det ikke komme nye skudd på kornet, og gjenlegget har plassen alene. Forraps og erter er mulig å bruke, men de gir sterkere skygge for graset og må sås veldig tynt og høstes tidlig hvis dette skal gå bra.

d). Med tynt sådd korn (4 – 5 kg per daa) eller tynt sådd westerwoldsk raigras (0,5 kg per daa) ved sida av gjenlegget. Dette kan gå bra, og det blir mer avling i gjenleggsåret. Avlinga vil også ha mer struktur enn om det er bare det nysådde graset som skal høstes. Det ettårige raigraset (westerwoldsk raigras) har mindre blad og mer strå enn det italienske og skygger derfor mindre. Det er mer risikabelt å bruke westerwoldsk raigras enn å bruke korn.

Forskjellen mellom opplegget i punktene c og d er at når vi sår svært tynt med korn eventuelt westerwoldsk raigras vil avlinga få mer preg av det nysådde graset og det er utviklinga av graset som bestemmer når avlinga skal høstes. Under punkt c snakker vi om en større grønnfôravling. Der får ikke graset utvikle seg noe særlig før etter at grønnfôret er borte, og det er utviklinga av grønnfôret som styrer tidspunktet for høsting.

Vi kan summere opp dette slik:

Gjenlegg med dekkvekst gir:

Mindre problem med ugras og skorpedannelse i gjenleggsåret.
Størst avling i sum for gjenleggsåret og engåra, men det kan bli noe mindre avling i 1. engår.
Fare for legde i dekkveksten. Risikoen for dette reduseres med å unngå for sterk N-gjødsling.

Gjenlegg uten dekkvekst gir:

Mer ugrasproblem i gjenleggsåret, og fare for skorpedannelse.
Risiko for at gjenlegget kan bli noe sundkjørt under høsting av vår- og sommergjenlegg.
Større avling i 1. engår.

13.5. SÅING AV GJENLEGGET.

a). Såmetoder.

- Vanlig jordarbeiding med pløying, slodding, lett harving, såing, tromling før og etter såing (før såing så ikke frøet kommer for djupt).
- Direktesådd med spesialmaskin.
- Såing etter ei harving/fresing. Arealet må brakkes først.

b). Sådybde.

- Storfrøa gras og kløver 1 – 2 cm
- Småfrøa gras 0,5 til 1 cm, djupest der det er risiko for forsommertørke

c). Gjødsling i gjenleggsåret er nødvendig. Gjødslinga vil avhenge mest av når du sår (vår, sommer, tidlig eller sein høst), om det brukes dekkvekst eller ikke, og i så fall hva slags dekkvekst det er snakk om. I alminnelighet kan vi si:

- Husdyrgjødsel brukes der vi har åpen åker, men helst ikke ved såing sein høst.
- Handegjødsel er som regel nødvendig, men avhenger av situasjonen.

d). Ugraskampen vil være ulik ved ulike gjenleggstyper. Med korn til modning kan det bli aktuelt å sprøyte mot frøgras. Noen av sprøytemidlene kan skade kløveren. Hvis vi har sådd ei frøblanding som inneholder kløver har vi begrensninger på sprøytemulighetene. I reint gjenlegg (uten dekkvekst) kan frøgraset bli et problem, men vi kan som regel kontrollerer dette med tidlig avpussing eller lett høsting

13.6. HVA KOSTER GJENLEGGET?

Ung eng er mer produktiv enn gammel eng. Dette henger sammen med mange forhold. Arter som timotei, rødkløver og engsvingel erstattes av mindre ytedyktige arter, det kommer inn ugras, rotsystemet er blitt for gruntliggende, enga får kjøreskader, osv.

Etter en totalvurdering har den enkelte gården valgt en driftsplan som innebærer at enga fornyes etter et visst antall år, for eksempel fire år. For gårdens situasjon er det da mer lønt å pløye opp enga og starte på nytt. Den kostnaden som et gjenlegg medfører inngår i denne helhetsvurderingen. Det er bedre å pløye enga etter fire år og så ny heller enn å la den ligge i fem eller seks år. Kostnadene med et planlagt gjenlegg er en normal del av grovførkostnadene, på linje med gjødsel og kalk.

Men noen ganger må vi fornye enga på et tidligere tidspunkt enn det vi egentlig hadde planlagt. Se punktet om utilsikta fornying av eng. En enkel kalkyle viser at en slik ekstra fornying av enga vil koste. Vi må regne med tapt avling som følge av at vi må pløye opp enga om våren dette året. Vi går ut fra at vi bare får 60 % av normal avling dette året, altså et tap på 40 %. Hvis vi normalt høster 600 FEm per daa vil tapet bety 240 FEm. Vi bruker en pris per FEm på kr. 2,50. Videre forutsetter vi at nødvendig pløying, harving, tromling, såing osv krever 0,85 timer med traktor og fører, til en gjennomsnittspris på kr 335 per time. Kostnaden per daa blir da:

Såfrø	2,5 kg à kr. 43,- per kg	kr 107,50
Tapt avling	240 FEm à kr. 2,50	kr 600,00
Traktor/arbeid	0,85 timer à kr. 335,-	kr 284,75
Sum		kr 992,25, avrunda kr 1000

Denne kostnaden må vi fordele på de åra som vi normalt skulle ha igjen til den ordinære fornyinga. Hvis gården normalt har enga i fire år og den utilsikta fornyelsen kommer i gjennomsnitt to år før normal fornyelse, kan vi si at kostnaden blir det halve av den kalkylen vi har satt opp, altså kr 500 per daa.

14. OVERVINTRINGSSKADER.

God overvintring av enga er viktig for økonomien i grovfôrproduksjonen. I forrige avsnittet satte vi opp en kalkyle som antyder hva kostnaden vil være som følge av at enga ødelegges.

14.1. ÅRSAKER TIL OVERVINTRINGSSKADER PÅ ENG.

a). Herding. Fysiologiske skader.

Plantene må herdes for å kunne overleve vinteren. Herdinga styres av lyset, av daglengda og av temperaturen. Arveanlegga er spesifikk for hvert enkelt planteslag, og artene har sin egen genetisk bestemte strategi for å overleve.

Under herdinga blir celledelinga hemma og det lagres ekstra med sukkerreserver. Disse reservene holder livsprosessene i gang, hjelper planta til å motstå skader og er normalt nok til at planta setter nye skudd og blad når våren kommer.

Under herdinga foregår det også forandringer i cellemembranene som fører til at vatn slippes ut. Dermed øker konsentrasjonen av sukker inne i cella. Hvis noen av disse herdingsprosessene forstyrres kan planta dø i løpet av vinteren.

b). Fysiske vinterskader. Se for eksempel Skår (1999) side 15.

Frost. Celleinnholdet kan fryse, men hvis planta har herda normalt vil det være en slags frostvæske som innebærer at frosten ikke skader celleinnholdet. Det kan også dannes is mellom cellene. Også slike frostskader kan drepe cellene fordi de tørker ut, taper vatn.

Isbrann. Fram mot våren kan det dannes et islag på enga. Plantecellene har en viss aktivitet, det dannes CO₂ og andre gasser. Disse blir stengt inne av isen. Innholdet av CO₂ i luft ligger på 0,03 %, men under isen kan det blir helt opp til 8 %. Med de anaerobe forholda under isen dannes det også organiske syrer (mjølkesyre, eplesyre) og etanol. Også disse er innesperret. Dermed blir levevilkåra for planta sterkt forverret, og de kan fort dø.

Kvelning. Det kan fort bli mangel på luft eller egentlig O₂ under isen. Mangel på av O₂ og opphopning av stoffskifteprodukt gjør at plantene kan kveles.

Drukning. På flate områder kan det fort danne seg vatndammer. Hvis jorda er frossen, eller hvis den er tett på grunn av kjøreskader og pakking, kan vatnet bli stående uten å renne vekk. Plantene får ingen tilgang på luft, og de kan drukne. For planta er dette noe av det samme som kvelning.

Uttørking. Hvis plantene har røttene i frossen jord kan de ikke ta opp vatn. Sollyset trenger gjennom isen, planta begynner å leve, men får ikke vatn. Dermed kan cellene tørke ut. Uttørkingen blir verre dersom det er vind.

Oppfrysing. Når jord og vatn fryser skjer det en viss utvidelse. Det øverste jordlaget løfter seg litt. Planta har røttene nedover i jorda og sitter fast der. Hevningen av bakkenivået kan føre til at røttene slites av. Planter med pålerot, for eksempel rødkløver, skades mest.

Gjentatt frysing og tining forverrer situasjonen ved å stadig presse plantene opp fra underlaget. Silt er den jorda som utvides mest ved frysing. Det kan være så mye som 2 til 3,5 cm per 10 cm jord. Også på myrjord kan plantene få skader av oppfrysing. Oppfrysing vil sjelden drepe alle plantene, men enda tynnes ut. Dette kan enda reparere sjøl med busking av de plantene som fortsatt lever.

c). Sopp og sjukdom. Det hender iblant at særlig sopp men også andre skadegjørere kan skade enda i løpet a vinteren. Dette temaet er behandla i andre lærebøker og vi hopper derfor over det her.

14.2. TILTAK MOT OVERVINTRINGSSKADER.

Gjødsling. For mye N er uheldig. Det fører til vekst langt ut over høsten, og herdinga blir dårligere eller uteblir. Et praktisk råd er å ikke bruke med enn 3 kg N per daa etter 2.slått. Mye N gir også større risiko for sopp. God tilgang på P og K demper soppveksten og gjør plantene bedre i stand til å klare overvintringa. Følgende tabell viser hvor mange % timotei som overlevde når det blir gjødsla med P og K om høsten.

	1.engår	2.engår	3.engår	4.engår
G = Grunnjødsling	72	36	18	5
G + N om høsten	72	29	20	nær 0
G + N + P + K om høsten	87	70	61	20

Kalking. God kalktilstand gir bedre jordstruktur, mindre oppfrysing, reduserer soppangrep og gir dermed bedre overvintring.

Kjøring, pakking. For mye kjøring og kjøreskader knuser plantevev, sprer soppsmitte, gjør jordoverflata mindre gjennomtrengelig for vatn (infiltrasjonsproblem) og fører til at plantene reduserer opptak av næring. Pakkeskader vil redusere veksten av planterota og sinke vatnavrenning til grøftene.

Høsting.

Stubbhøgda på siste slått bør være 8 til 10 cm. Dermed berger planta mer av lagret av reserve KH, og muligheten for å overleve bedres vesentlig. Et forsøk med timotei, engsvingel og raigras viser veldig ulik overleving ved ulik stubbhøgde, men engsvingel har klart seg bra også ved 5 cm:

	% overlevde ved 10 cm stubb	% overlevde ved 5 cm stubb
Timotei	56	21
Engsvingel	81	93
Flerårig raigras	94	31

Slåttetid for siste slått må skje så tidlig at plantene rekker å etablere seg etterpå og bygge opp reservene.

Rent snitt der planta kappes er gunstig. Dette gir en mindre innfallsport for smitte.

Fortørking antas å være gunstig, fordi det blir mindre vatn å kjøre inn. Men fortørking krever at du må høste i to omganger. Med direktehøsting klarer du deg med en.

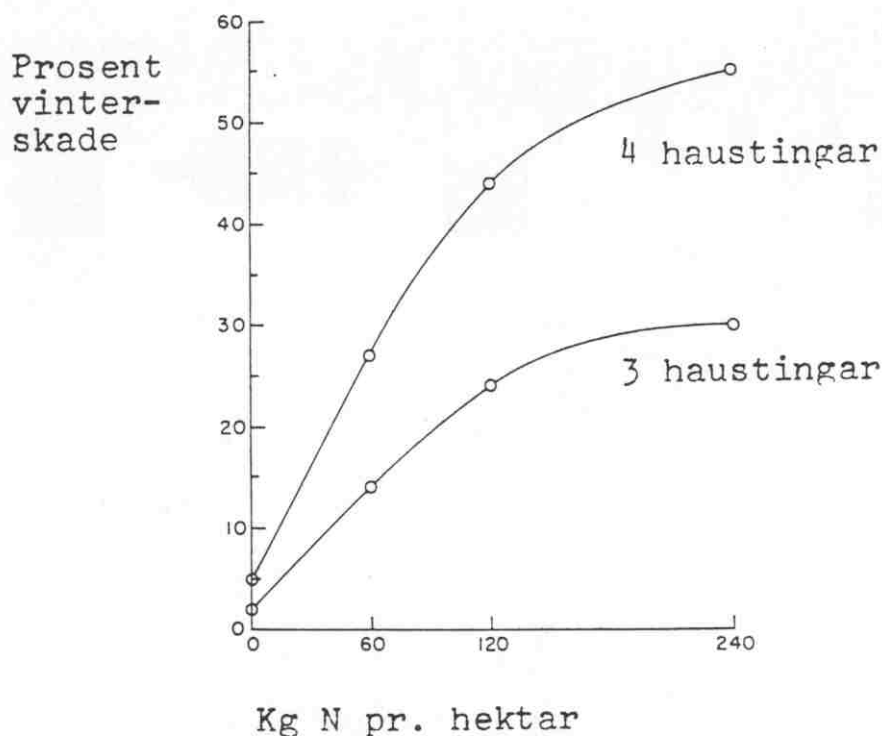
Snaubeiting sent på høsten er klart uheldig. Mye av konsekvensene er de samme som for sein slått. I tillegg kan plantene bli skadd av tråkk eller rives løs med beiting. På denne måten kan sein beiting gi større skade enn sein slått. I et forsøk Austre Slidre vise litt av dette:

	Relativ avlingsmengde	Prosent timotei 5. engår
Høsta en gang	100	86
Høsta 2 ganger	92	74
En slått + forsiktig høstbeiting	84	55
En slått + sterk høstbeiting	80	36

Et forsøk fra fire gårder i Troms viser at beiting gav store skader på timotei. Talla i tabellen viser hvor stor prosent timotei det var i enga etter 3 engår, med og uten høstbeiting:

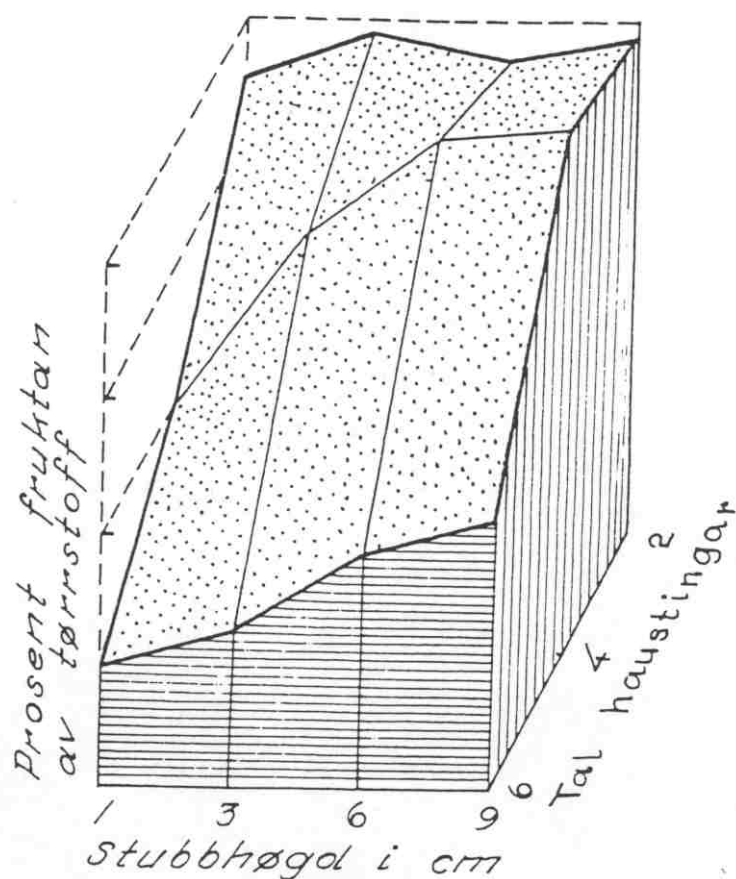
	Ikke beita om høsten	Beita om høsten
Gård A	69	13
Gård B	73	25
Gård C	85	70
Gård D	54	13

Det er stor forskjell i beiteskadene mellom de fire gårdene. Dette har trolig å gjøre med hvor sterkt det ble beita om høsten, kfr forrige tabell.



Figur 14.1. Vinterskade på eng med ulik N-gjødsling og med 3 eller 4 høstinger.

Vi skal ta med to figurer som illustrerer og forklarer virkningen både av N-gjødsling, antall høstinger og stubbhøgde. Figur 14.1 viser vinterskaden på enga. Figur 14.2 viser hvor mye fruktan planta har til disposisjon for å overleve og starte ny vekst.



Figur 14.2. Innhold av fruktan i stubben hos timotei om høsten. Kilde: Skjelvåg (1974).

3. Totalskade eller delvis overvintringsskade.

Totalskade. Her er enga brun over storparten av arealet. Enga må fornyes med pløying, anna jordarbeiding og såing eller med overflatesåing etter lett fresing eller harving.

Flekker har totalskade, resten er bra. Så nytt frø i flekkene eventuelt med dekkvekst og mold ned frøet med grunn fresing eller harving. Merk: Jorda må være tørr før fresing.

Uttynna plantedekke. Så nytt frø med en radsåmaskin som legger frøet ned i bakken.

15. LITTERATUR.

- Bjerketvedt, D. og Pedersen, A., 1996. *Grunnleggende biologi og miljølære*. Landbruksforlaget. 428 s.
- Brandstveit, T., J. A. Broen, S. A. Hella, K. Nes, D. Sandli & B. Viken. 2004. *Kulturplantene*. Landbruksforlaget. 248 s.
- Bøckman, O. C., O. Kaarstad, O. H. Lie og I. Richards, (1991). *Landbruk og gjødsling*. Norsk Hydro. 248 s.
- Felleskjøpet. *Plantekultur 2003-2004*.
- Grønnerød, B. 1992. *Grasarter. Notater til forelesningene om eng- og beitedyrking*. Institutt for plantekultur, NLH, Ås. 134 s.
- Grønnerød, B. 1992. *Notater til forelesningene om eng- og beitedyrking*. Landbruksbokhandelen, NLH, Ås. 40 s.
- Holmes, W. (ed) 1989. *Grass. Its production and Utilization*. The British Grassland Society by Blackwell Scientific Publication. 306 s.
- Mjærum, J. og Skøien, S. 1991. *Plantekultur*. Landbruksforlaget. 160 s.
- Norgesfôr. *Håndbok i plantekultur 2004*. Oslo.
- Opsahl, B. 1995. *Viktige vekstar i verdsjordbruket*. Landbruksforlaget. 111 s.
- Pierce, J. T., 1990. *The Food Resource*. Longman Scientific & Technical.
- Skaland, N. 1990. *Grønfôrvekster*. Landbruksbokhandelen, Ås. 151 s.
- Skjelvåg, A. O. 1974. *Vekst og utvikling hos gras*. Landbruksbokhandelen, Ås. 135 s.
- Skøien, S. 1997. *Plantedyrking. VK1 Landbruk og naturforvaltning*. Fagbokforlaget. 245 s.
- Skøien, S. 2000. *Jordlære*. GAN forlag. 159 s.
- Skår, J. 1999. *Fôrvekster*. Landbruksforlaget 96 s.
- Statens kornforretning. 1997. *Stabile avlinger i nord, med bakgrunn i erfaringer fra 1995*. Oslo. 100 s.
- Weidow, B. 1998. *Växtodlingens grunder*. LTs förlag. Stockholm 440 s.

Vedlegg:

6 IONEBYTTE I JORD

Dette er en gjennomgang av en viktig jordkjemisk prosess i jord: ionebytte.

Jorda har mange kjemiske egenskaper som er av stor betydning for dens kvalitet som vokseplass. En viktig egenskap er ionebytte. Det er de minste partiklene i jorda som bidrar mest til de kjemiske egenskapene. Dette er humuspartikler, leirpartikler og oksider av jern og aluminium. I jordlæra omtales leirpartikler og partikler av tilsvarende størrelse (mindre enn 2 mikrometer) som kolloider. Disse partiklene har egenskaper som er viktige for de kjemiske forholdene i jorda og for tilgangen på plantenæringsstoffer.

Overflateareal

Fordi kolloidene er så små, har de en stor samlet overflate. Overflaten til 1 gram leire er minst 1 000 ganger så stor som overflaten til 1 gram sand. Leirminerale er i tillegg bygd opp av platelignende sjikt, og de har også en indre overflate. Slike leirminerale kan ha en overflate på 700–800 m² per gram.

Ladning

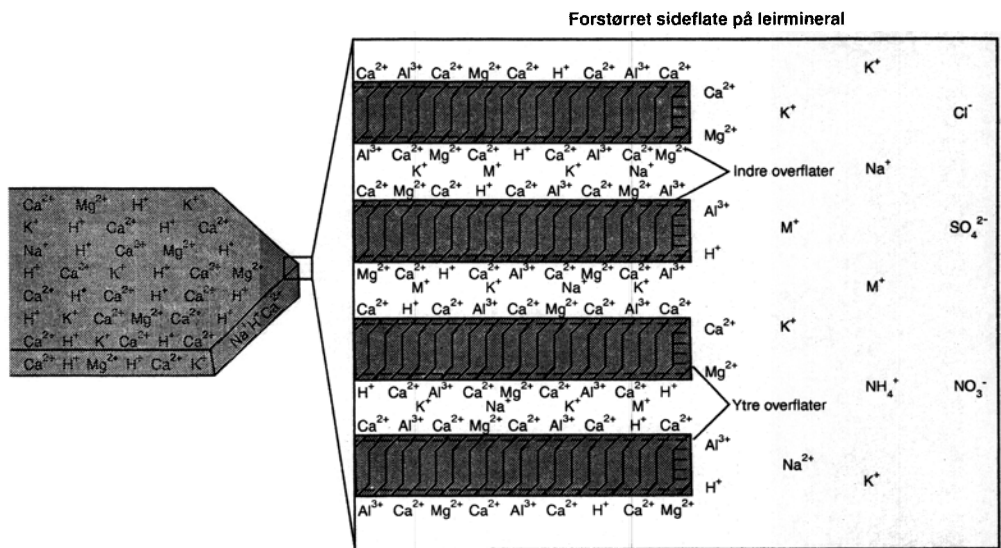
Overflatene på kolloidene har elektrostatisk ladning. De negative ladningene er dominerende, men det finnes også positive ladninger. Disse ladningene fører til tiltrekking eller frastøting av ioner eller partikler avhengig av hvilken ladning partiklene har. Dette er viktig for både fysiske og kjemiske forhold i jorda.

Adsorpsjon av ioner og vann

Jordpartiklene har den egenskapen at de kan adsorbere stoffer til partikkeloverflatene. Både gasser i jordlufta og molekyler og ioner som finnes oppløst i jordvæska, tiltrekkes av kolloidene. Dette gjelder særlig de positive ionene, som kalles kationer. Ionene kan adsorberes til de indre flatene i leirminerale og til de ytre flatene, og bindingene har ulik styrke etter hvor tett ionene knyttes til overflatene. En kolloidpartikkel kan knytte til seg hundretusener av kationer som H⁺, Al³⁺, Ca²⁺ og Mg²⁺. Vannmolekyler adsorberes også til overflaten, og til den svermen av kationer som ligger rundt kolloidet.

Ionene konkurrerer om bindingsplassene på en jordpartikkel. Det er flere forhold som bestemmer hvilke ioner som bindes og hvilke som blir byttet ut: konsentrasjonen av ionene i jordvæska, ionenes ladning og størrelse.

Nøytrale molekyler, som vann, kan adsorberes uten at det skjer en tilsvarende frigjøring eller desorbering av andre molekyler. Når det gjelder ioner som har elektrisk ladning, skjer adsorpsjonen i form av ionebytte. Det vil si at adsorpsjon av et ion fører til desorpsjon av et annet ion.



Figur 6.1 Prinsippet for ionebytte på leirpartikler.

Til jordpartikkelen er det adsorbent ioner. For en kjemisk analyse kan man riste en jordprøve i en oppløsning av ammoniumklorid, NH₄Cl. På grunn av den høye konsentrasjonen med ammonium vil NH₄⁺-ionene fortrenge de andre adsorberte ionene på jordpartiklene og ta deres plass. De ionene som fortrennes, er de utbyttbare kationene: Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, H⁺ og Al³⁺. Disse stoffene blir dermed skjøvet ut i jordvæska og innholdet kan analyseres.

Slik fungerer kolloidene som et lager av plantenæringsstoffer. Ei kolloidrik jord, slik som ei leirjord eller ei humusrik jord, kan lagre mye mer plantenæring enn ei sandjord. Dette betyr også at de næringsstoffene vi tilfører ei sandjord har større sjanse for å bli vasket ut hvis de ikke tas opp av planterøtter raskt. Jordas evne til å adsorbere slike ioner, kalles kationbyttekapasiteten. Den måles ved pH 7 og er da størst, siden de elektriske ladningene til dels varierer med pH.

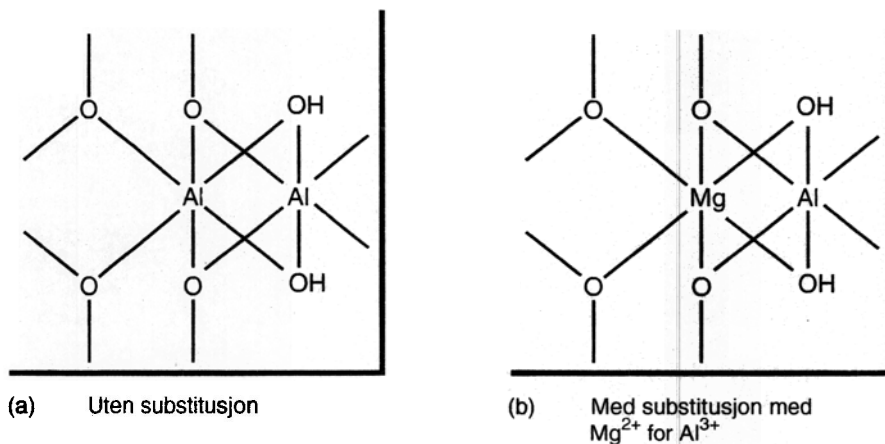
De utbyttbare ionene av Ca, Mg, K og Na kalles utbyttbare baser, fordi jord reagerer basisk når kationbyttekapasiteten er mettet med disse ionene. Den prosentvise andelen av disse ionene av de utbyttbare kationene i en jord kalles basemetningsgraden.

$$\text{Basemetningsgrad} = \frac{\text{Sum av utbyttbare baser}}{\text{Potensiell kationbyttekapasitet}} \cdot 100$$

Årsaken til ionebytte

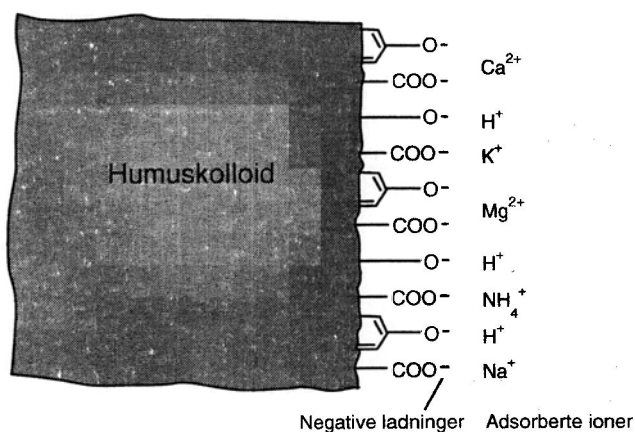
Ionebytterne i jord er først og fremst leirmineralene, humusstoffene og i mindre grad kiseltsyre og oksider av aluminium og jern. Det er to forhold som bidrar til adsorpsjonsevnen: den spesifikke overflaten og den elektriske ladningen. Leirmineraler som er sjiktvis oppbygde, har en stor spesifikk overflate beregnet som m²/gram. Humusstoffene er porøse og har også en høy spesifikk overflate.

Den elektrisk ladningen oppstår på forskjellige måter. Figur 6.2 viser oppbyggingen av et leirmineral.



Figur 6.2 Leirmineralene er bygget opp som krystallgitter som blant annet består av silisium og aluminium (Al). Dersom magnesium (Mg^{2+}) inngår i gitteret i stedet for Al^{3+} oppstår det en ubalanse i forhold til de negative ladningene på oksygen og hydroksylionene som er bundet til magnesiumionet. Det blir et overskudd på negativ ladning som kan nøytraliseres ved at et ion med positiv ladning adsorberes til krystallen.

Humusstoffer har elektriske ladninger ved at de inneholder svake syrer som spalter av H^+ ioner. Disse ladningene er pH-avhengige. Det blir færre ladninger ved lavere pH.

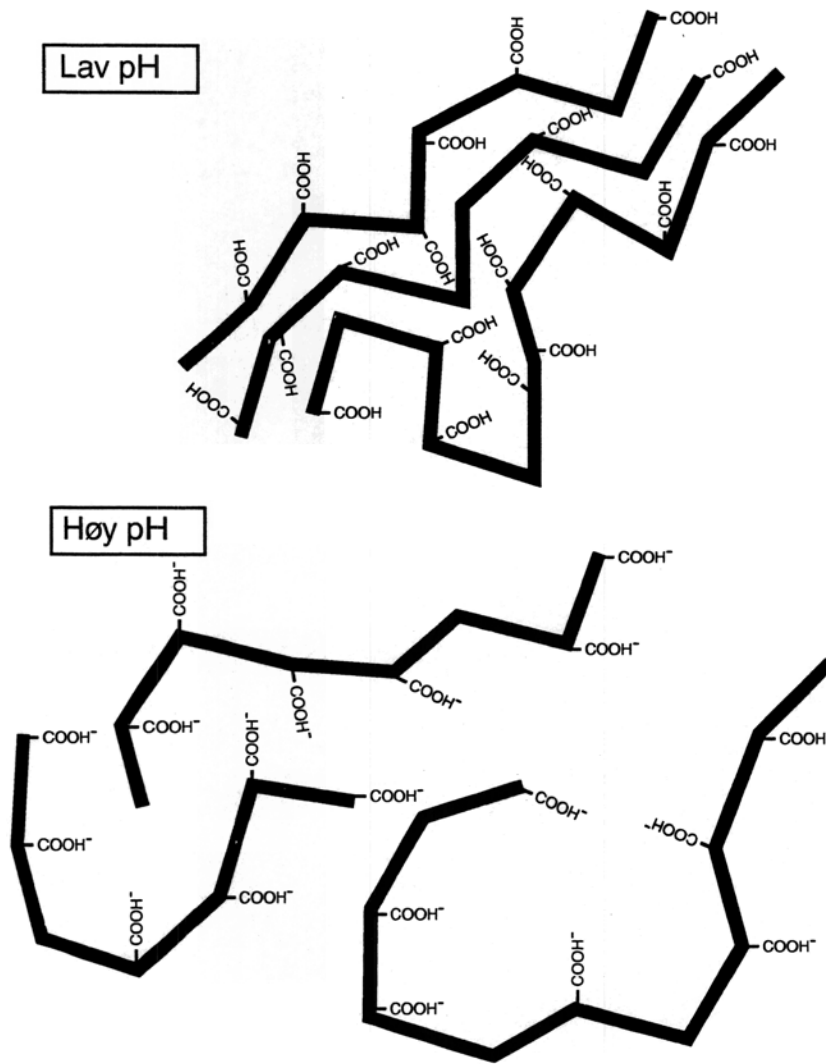


Figur 6.3 Negative ladninger på en humuspartikkel.

Anioner

Ioner med negativ ladning kalles anioner. Mange av plantenæringsstoffene forekommer som anioner i jorda: nitrat, sulfat, fosfat, borat og molybdat. Disse ionene adsorberes ikke til de negative ladningene på jordpartiklene. Det er likevel andre bindingsmuligheter. Det er særlig den sterke bindingen av fosfat til jern og aluminium som vi skal merke oss. Fosfat vaskes praktisk talt ikke ut av jorda på grunn av dette. Sulfat, borat og molybdat bindes også, men ikke så sterkt som fosfat. Nitrat bindes svakt i jord og er lett bevegelig og utsatt for tap ved utvasking. Kolloidene har også en viss anionbyttekapasitet, og det skjer en binding og utbytting av anioner tilsvarende som for kationer. Anionbyttekapasiteten er mye lavere enn kationbyttekapasiteten, og den er pH-avhengig og størst ved lav pH.

lonebytte



Figur 6.4 Skisse som viser humus som lange molekylkjeder. Ved høy pH er det flere negative ladninger, og strukturen er mer åpen. Det er derfor høyere kationbyttekapasitet ved høy pH enn ved lav pH.

7 FORSURING

Her beskrives med kjemiske begreper hva som fører til at jord blir sur.

7.1 Forsuringsprosesser

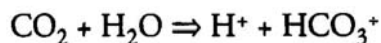
Det er både naturlige og menneskeskapte årsaker til at jorda blir sur.

Plantevekst og mikroorganismer

Plantene og bakteriene virker forsurende på jorda ved sitt opptak av ioner og utskilling av syre. Forenklet kan vi si at plantene må skille ut hydrogenioner fordi de tar opp flere positive enn negative ioner av plantenæringsstoffene. Med avlingen fjerner vi også stoffer fra jordas bufferlager av kationer. Dersom dette ikke erstattes ved forvitningsprosesser eller ved tilført gjødsel, vil forsuringen øke.

Nedbrytning av organisk stoff

Nedbrytningen av organisk stoff danner karbondioksid. I vann dannes syre:



Ved nedbrytningen dannes svake organiske syrer. Det dannes også sterke syrer som svovelsyre og salpetersyre ved nedbrytning av nitrogen- og svovelholdige proteiner og aminosyrer.

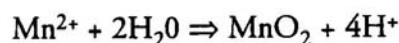
Organisk materiale med lite innhold av basedannende kationer som kalsium og magnesium fører på denne måten til forsuring når det brytes ned. Slikt materiale kan være bark, flis og mosetorv. Dette kan benyttes der vi ønsker sur jord, slik som ved dyrking av prydvexster som rhododendron og skogsbær. Husdyrgjødsel og kompost gir derimot en basisk virkning. Dette skyldes et høyt innhold av basekationer.

Utvasking

Med vannstrømmen vaskes ioner og oppløste stoffer ut av jorda. Siden jorda ikke blir elektrisk ladet, er det like stor mengde negative som positive ioner som vaskes ut. Bikarbonationet vaskes lett ut og vil trekke med seg positive ioner, som kalsium, fra jorda. Denne utvaskingen vil etter hvert redusere basemetningsgraden.

Oksidasjon

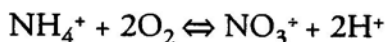
I jorda skjer det en oksidasjon av mineraler fra de opprinnelige bergartene og sedimentene, samt av organiske forbindelser. Mange av oksidasjonsprosessene danner syre:



Slik oksidasjon kan forekomme ved drenering eller oppgraving av undergrunnsmasser. Et aktuelt eksempel er jord i områder med alunskifer. Alunskiferen inneholder blant annet jernsulfid (FeS) og pyritt (FeS₂) som vil bli oksidert ved lufttilgang og danner jernoksid og svovelsyre.

Bruk av ammoniumholdig mineralgjød sel

De fleste NPK-gjødselslag inneholder ammonium. I jorda skjer det en oksidasjon av ammonium til nitrat:



1 kg nitrogen i denne type gjød sel utgjør en forsuring som tilsvarer 1 kg ren CaO (brent kalk) eller ca. 2 kg kalksteinmel.

Nitrogenet i kalksalpeter som inneholder nitrat, oksideres derimot ikke. Dette gjød selslaget medvirker til en høyere pH med sitt innhold av kalsium, og fordi plantenes opptak av nitrat er forbundet med samtidig dannelse av OH^- som skilles ut av røttene.

Jordarbeiding

Ved redusert jordarbeiding skjer det en senking av pH i jorda nær overflaten. Dette skyldes virkningen av nitrogengjødsel, samt nedbrytningen av halm og planterester som blir konsentrert i dette jordlaget. pH kan være $\frac{1}{2}$ enhet lavere i de øverste 10 cm ved plogfri jordarbeiding sammenliknet med jord som er pløyd. Virkningen kommer til syne etter noen år ved at organisk materiale bygges opp gradvis i det øverste jordlaget.

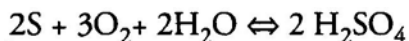
Atmosfærisk nedfall (sur nedbør)

Innholdet av nitrogenoksider (NO_x) og svoveloksider (SO_x) i lufta gjør nedbøren sur. Luftas naturlige innhold av CO_2 forsurer også nedbøren. Omfanget av disse forsuringssprosessene varierer mye, men vi kan regne med at vi må tilføre 20–50 kg kalk i året per dekar for å vedlikeholde pH-verdien og basemetningsgraden. På Østlandet med ensidig korndyrking, moderat gjød sli ng og lite nedbør er behovet for vedlikeholdskalking minst. Det største behovet har Sør-Vestlandet med sterk N-gjødsling gjennom en lang sesong og mye utvasking med nedbøren.

Kunstig forsuring

I noen tilfelle er det ønskelig å forsure jorda. Det kan være at det er kalket for sterkt tidligere slik at pH har blitt høyere enn ønsket, eller at vi ønsker en lavere pH for å dyrke enkelte spesi- alvekster som krever lav pH, slik som for eksempel skogsbær.

Den mest virksomme metoden er å bruke svovel. Dette blir raskt oksidert i jord og danner svovelsyre:



8 KALKING

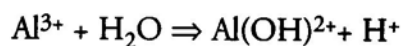
Kapittelet er en teoretisk gjennomgang av hvordan kalking virker i jord.

8.1 Jordas pH og bufferevne

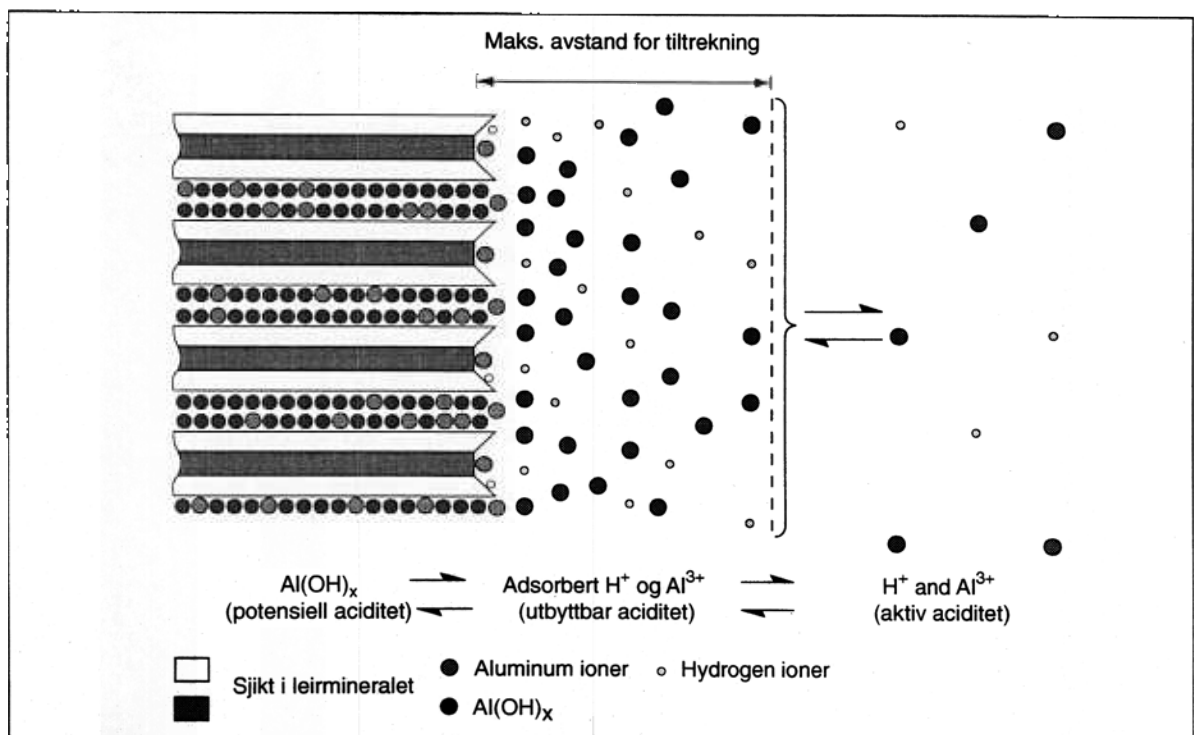
Vi minner om definisjonen på pH:

$$\text{pH} = \log \frac{1}{\text{H}^+}$$

pH-verdien i jordvæska avhenger av konsentrasjonen av hydrogenioner. Denne konsentrasjonen kontrolleres av kolloidene. I sur jord er det de utbyttbare kationene av aluminium og hydrogen som er av størst betydning for pH-verdien. I sur jord, $\text{pH} < 5,0$ påvirkes H^+ -konsentrasjonen av 3-verdig aluminium. Dette danner syre ved hydrolyse:



Et helt avgjørende fenomen er likevektsforholdet mellom ionene i jordvæska og ioner som er adsorbent på partikkeloverflatene. Ionene kan skifte raskt mellom utbyttbar og løst form. Dette er grunnlaget for jordas bufferevne.



Figur 8.1 Likevektsforhold mellom den potensielle, den utbyttbare og den aktive aciditeten. Husk at aluminium også gir opphav til hydrogenioner i jordvæska ved hydrolyse. Nøytralisering av syreinnholdet i jordvæska vil ha liten betydning fordi det her vil bli erstattet av aluminium og hydrogenioner fra den utbyttbare og potensielle fraksjonen. Leirpartikkelen bidrar til en høy bufferevne.

Den aktive aciditeten (effektive) kunne nøytraliseres med langt mindre enn 1 kg kalk per dekar, dersom den utbyttbare aciditeten (potensielle) ikke fantes. Når kalkmengdene som

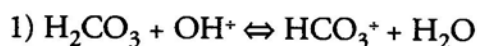
brukes kan være flere hundre kg per dekar, er det innlysende at den utbyttbare aciditeten er langt større enn den aktive, og at det er denne som er avgjørende for kalkbehovet.

Ionebytingen gir jorda bufferevne. Hydrogenionene i jordvæska kan fylles på fra det utbyttbare lageret på jordpartiklene. I jord med høy bufferevne må det derfor mye kalk til for å heve pH. I tillegg er det av stor betydning hva slags ioner som er adsorbent til jordkolloidene. Når jorda har høy basemetningsgrad, har den også høy bufferevne. pH i jord styres i høy grad av kolloidene. Viktige forhold er:

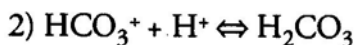
- basemetningsgraden
- typen av jordkolloider
- type utbyttbare kationer
- nivået av oppløste salter i jordvæska

I rent vann, som har liten bufferevne, vil pH stige eksponentielt ved basetilsetning, det vil si det trenges 10 ganger mer kalk for å få hevet pH fra 4,5 til 5,5 enn fra 5,5 til 6,5. Jord har en nokså sterk bufferevne. I svært mange undersøkelser har stigningen i pH-tallene ved kalking vært nokså nær lineær i det aktuelle området, det vil si det har gått med omtrent like stor kalkmengde for å heve pH 0,1 pH-enhet, enten pH har vært 5, 5,5 eller 6.

Det er også en annen viktig årsak til bufferevne. Karbondioksid i jordlufta løses i vann til karbonsyre (kullsyre). Dette er en svak syre som kan ta opp de tilførte basiske OH^+ , og det dannes bikarbonat og vann:



Denne reaksjonen motvirker økning i pH.
Bikarbonatet kan også nøytralisere syre:



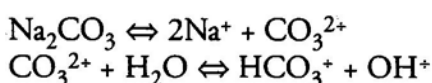
Disse reaksjonene mellom karbondioksid og vann fører altså til en bufning både mot pH-økning og mot pH-senking. Dobbelpilene betyr kjemiske likevekter. Dersom vi øker konsentrasjonen på den ene siden av likevekten, skyves reaksjonen mot den andre siden. Av dette kan vi slutte oss til at et høyere innhold av bikarbonat som kan skyldes at vi tilfører karbonat til jorda i form av for eksempel kalk, fører til en høyere pH i jordvæska når bufferevnen overstiges (likning 1). Vi kan også se at høyere innhold av karbonsyre, som forårsakes av mer karbondioksid i jordlufta, vil senke pH når bufferevnen overstiges (likning 2).

Alkalinitet

I tørre klimaområder finner vi basisk jordsmonn. Her dominerer de basedannende kationene som utbyttbare ioner på kolloidene. Den basiske virkningen har flere årsaker:

Kationene som K^+ , Na^+ , Mg^{2+} og Ca^{2+} fortrenger aluminiumioner fra kolloidene.

Kationene reagerer også med oppløst karbondioksid i jordvæska og danner K_2CO_3 , Na_2CO_3 , MgCO_3 og CaCO_3 . Karbonatene av magnesium og kalsium er lite løselige og felles ut (som forkalkinger). Natriumkarbonat (soda) og kaliumkarbonat (lut fra treaske) er lett-løselige og danner høy pH:

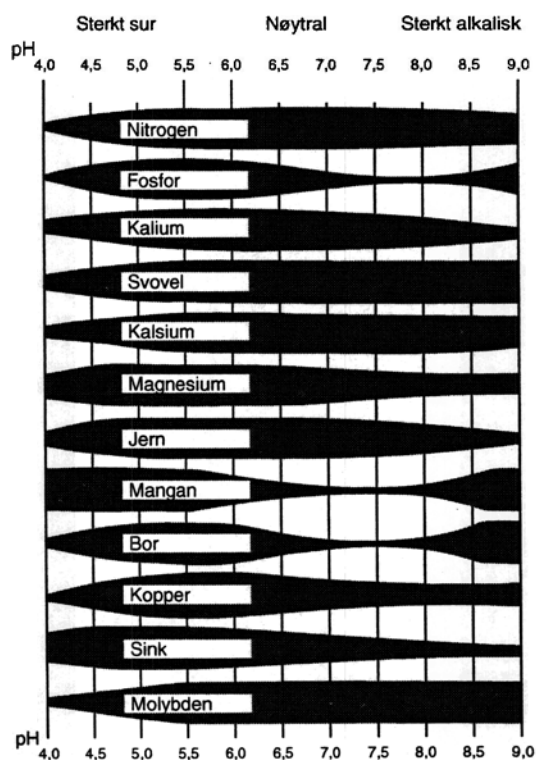


8.2 Kalk

Kalk regnes ikke vanligvis som mineralgjødning. Hensikten med kalking er ikke primært å tilføre næringsstoffet kalsium, men å heve jordas pH og basemetningsgrad. Med kalk mener vi forbindelser av *kalsium* eller *magnesium*: karbonater, oksider eller hydroksider som har syre-nøytraliserende evne. Som vi har sett, er det også andre stoffer som kan heve pH, men disse regnes ikke som kalk.

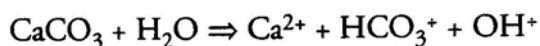
Kjemiske virkninger

Ved pH under 5,0 på mineraljord kan planterøttene forgiftes av store konsentrasjoner av aluminiumioner, til dels også av jern og mangan. Disse frigjøres i giftige konsentrasjoner ved lav pH. Ved pH 5,0–5,5 utfelles disse ionene i forbindelser som ikke er giftige. Samtidig bindes fosfor i mindre grad til jern og aluminium og blir lettere tilgjengelig. Størst tilgjengelighet av fosfor er det i pH-området 5,5–6,5. Ved høyere pH blir fosfor mindre tilgjengelig ved at det dannes kalsiumfosfat, men fosfor er likevel lettere tilgjengelig ved høy pH enn i sterkt sur jord. Når pH kommer over 7, er det fare for at enkelte mikronæringsstoffer blir tungt tilgjengelige.

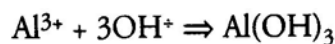


Figur 8.2 Virkning av pH på tilgjengeligheten av plantenæring i organisk jord. Bredden på de mørke diagrammene angir tilgjengelighet.

I vann blir kalsiumkarbonat oppløst og hydrolysert:



OH^- som dannes, reagerer med H^+ i jorda og nøytraliserer dette. Hydroksydet reagerer også med giftige ioner av aluminium, jern og mangan og uskadeliggjør disse:



Kalsiumionene (eller magnesiumionene) fortrenger hydrogen og aluminiumioner fra overflaten på jordpartiklene. Hydroksylionene nøytraliserer disse i jordvæsken. Det skjer altså både en økning av pH og en økning av basemetningsgraden.

Sur jord kan også nøytraliseres med karbonater av kalium og natrium. Dette er imidlertid lite aktuelt, og det er heller ikke ønskelig å tilføre store mengder kalium og natrium til jorda da det kan gi skade på plantene.

Fysiske virkninger

Ca^{2+} og Mg^{2+} , de 2-verdige ionene som finnes i kalkmidlene, kan vi tenke oss har to fangarmer. De har evne til å trekke sammen kolloider av humus og leire slik at det dannes aggregater.

Biologiske virkninger

Når pH øker, stimuleres bakterielivet på bekostning av soppfloraen. Dette bidrar til en raskere omsetning av det organiske materialet og frigjøring av næringsstoffer. Det dannes mindre giftige nedbrytningsprodukter. Meitemarken og andre jorddyr trives også best når jorda ikke er for sur.



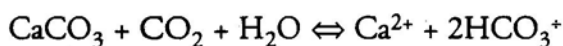
Kalking.

Foto: Svein Skøien

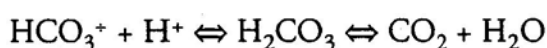
Virkingen av forskjellige kalkslag

I destillert vann oppløses ca. 1,3 g CaO per l, men bare ca. 0,01 g CaCO_3 per l. Forskjellen er altså stor. I jordlufta er det mye mer CO_2 enn i normal atmosfære. Karbondioksid løser seg i vann, og det dannes forskjellige ioner avhengig av vannets pH jamfør forrige avsnitt.

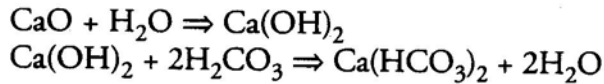
I sur jord er løseligheten av kalsiumkarbonat større enn i rent vann. Både innholdet av karbondioksid i jorda og innholdet av syre fører til raskere oppløsning:



Bikarbonatet som dannes, kan nøytralisere syre:

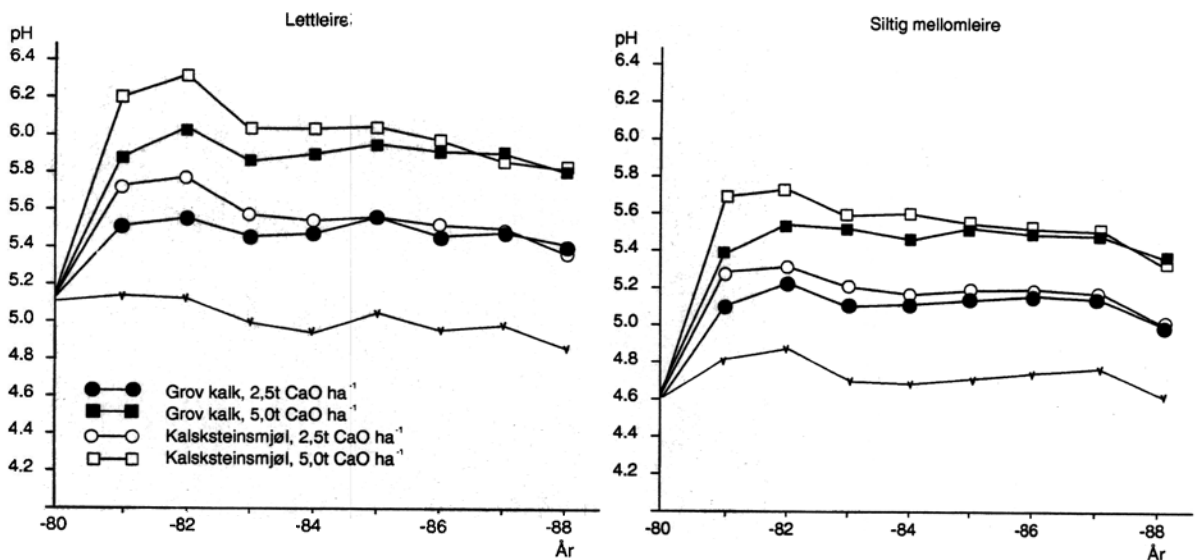


Brent kalk løses slik i sur jord:



Kalsiumkarbonat (CaCO_3) innblandet i fuktig jord har omtrent samme virkning på reaksjonen som ekvivalente mengder CaO eller Ca(OH)_2 , bortsett fra at det tar litt lengre tid før likevekten innstiller seg når en bruker karbonat.

Etter dette skulle en vente at kalksteinsmjøl og brent eller lesket kalk i ekvivalente mengder skulle virke likt. Markforsøk viser at dette slår til forutsatt at kalksteinsmjølet er fint nok. Skjellsand står altså nesten på høyde med de to andre kalkslagene. Grov skjellsand er derimot sannsynligvis ikke fullt så effektiv. I alle fall virker den seinere. Derfor er det grunn til å bruke den i noe større mengder. På torvjord kan skjellsand ha en viss tilleggsvirkning hvis den er rik på grus og sand. Dette gjør myrjorda fastere. Virkningen av forskjellige kalkingsmidler er sammenliknet i mange forsøk på Sør-Vestlandet. Kalksteinsmjøl og skjellsand har i gjennomsnitt gitt så å si like stor meravling.



Figur 8.3 Virkningen av ulike størrelsesfraksjoner av kalkstein og dolomitt på pH i jord.